

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra energetiky

**Využitelnost obnovitelných zdrojů energie
v projektu OBCHODNÍ CENTRUM v Ostravě
Porubě**

Renewable Resources Utilization in Shopping Centre
Project

Student:

Bc. Zbyněk Andrys

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jiří Nezhoda, Ph.D.

Ostrava 2010

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Zbyněk Andrys**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2302T006 Energetické stroje a zařízení
Téma: **Využitelnost obnovitelných zdrojů energie v projektu OBCHODNÍ
CENTRUM v Ostravě Porubě
Renewable Resources Utilization in Shopping Centre Project**

Zásady pro vypracování:

Posuďte využití alternativních zdrojů energie pro zásobování budov a zařízení Obchodního centra v Ostravě Porubě.

- Geotermální vytápění a chladič systémy
- Biopalivo (biomasa a plyn)
- Solární vytápění a adsorpční chlazení
- Fotovoltaické panely pro produkci elektrické energie
- Centrální zásobování teplem

Jednotlivé návrhy ekonomicky a environmentálně porovnejte s konvenčním způsobem zásobování teplem. Posuďte jednotlivé varianty zdrojů podle následujících ekonomických a environmentálních kritérií.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] DIDUŠKOVÁ, M., VOTÁPEK, M. *Jak investovat do úspor a šetřit vlastní kapitál*, Energy Performance Contracting. SEVEN, Praha, 1995.
- [2] HIRŠ, J. *Organizační postup energetického auditu*. Časopis Energie, 5, 6/97.
- [3] Kol. autorů: *Audit energetického hospodářství budov*. Skripta pro kurz energetických auditorů. ČEZ, a.s., RAEN, s.r.o., Praha, 1997.
- [4] Kol. autorů. *Energetický audit*. Metodika auditu. ČEA, Praha, 1996.
- [5] Kol. autorů. *Metodika energetického auditu*. ČEA, Praha, 1996.
- [6] MAROÚŠEK, J., ZEMAN, J., TINTĚRA, L. *Příprava projektů a rozhodování*. Přednáška EEBW, SEVEN, Praha, 2000.
- [7] Vyhláška č. 213/2001, kterou se vydávají podrobnosti náležitosti energetických auditů.
- [8] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií.
- [9] ZEMAN, J. *Od dotací k zisku. Jak řešit zásobování teplem v komunální sféře*. Přednáška EEBW, SEVEN, Praha, 1995.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Nezhoda, Ph.D.

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010




prof. Ing. Pavel Kolat, DrSc.
vedoucí katedry


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :

.....

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Zbyněk Andrys

Adresa trvalého pobytu autora práce: Skalička 128, 753 52

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

ANDRYS, Z. *Využitelnost obnovitelných zdrojů energie v projektu obchodní centrum V Ostravě Porubě: diplomová práce*. Ostrava : VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra energetiky, 2010, 61 s. Vedoucí práce: Nezhoda, J.

Diplomová práce se zabývá využitím obnovitelných zdrojů energie v obchodně - společenském centru. V úvodu je popsána teorie obnovitelných zdrojů, ekonomické ukazatele hodnocení investic a některé související zákony. Na základě investičních a provozních výdajů je následně provedena finanční analýza jednotlivých projektů.

ANDRYS, Z. *Renewable Resources Utilization in Shopping Centre Project: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of power engineering, 2010, 61p. Thesis head: Nezhoda, J.

Diploma thesis is focused on utilization of renewable energy sources in shopping centre project. There is a theory of renewable sources, economical indicators for investment evaluation and some related legislation. Financial analysis of heating systems and photovoltaic power station is an outcome of the project.

OBSAH

Seznam použitých symbolů	9
1. Úvod.....	10
2. Alternativní zdroje energie	11
2.1. Geotermální vytápění a chladicí systémy.....	11
2.1.1. Typy tepelných čerpadel	11
2.1.2. Tepelná čerpadla země - voda	12
2.1.3. Tepelná čerpadla vzduch – voda.....	13
2.1.4. Tepelná čerpadla Voda – voda.....	13
2.2. Biopalivo	14
2.2.1. Biomasa	14
2.2.2. Bioplyn.....	16
2.3. Solární vytápění a adsorpční chlazení.....	18
2.3.1. Kolektory - konstrukce	18
2.3.2. Adsorpční chlazení	18
2.4. Fotovoltaické panely	20
2.4.1. Princip panelů [4].....	21
2.4.2. Typy panelů	21
2.4.3. Zvyšování účinnosti.....	22
2.4.4. Umístění.....	23
2.4.5. Fotovoltaické systémy [6].....	23
2.4.6. Další zařízení fotovoltaických systémů [4]	23
3. Základní ekonomické ukazatele pro hodnocení investic	26
3.1. Cash flow	26
3.2. Prostá návratnost investice	27
3.3. Diskontovaná doba návratnosti	27
3.4. Čistá současná hodnota	28
3.5. Vnitřní výnosové procento	28
4. Legislativa.....	30
4.1. Zákon č. 180/2005 Sb. [25].....	30
4.1.1. Výše cen.....	30
4.2. Vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů	32
4.3. VYHLÁŠKA č.150/2007 Sb., o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen	32
4.4. Zákon č. 586/1992 Sb., o dani z příjmu	33
5. využití alternativních zdrojů energie pro zásobování budovy obchodního centra .	35
5.1. Stručný souhrn informací o obchodním centru	35
6. Systémy alternativních zdrojů	36

6.1.	Konvenční systém vytápění – plynový kotel	36
6.1.1.	Kotel Viadrus G 700	36
6.1.2.	Volba kompresorového chlazení	38
6.1.3.	Volba chladicí věže	38
6.2.	Solární vytápění	39
6.3.	Biomasa	39
6.4.	Bioplyn	39
6.5.	Tepelná čerpadla	39
6.5.1.	Chlazení	40
6.6.	Centrální zásobování teplem	41
6.7.	Ekonomická analýza – zdroje vytápění	41
6.7.1.	Finanční analýza vytápění pomocí CZT	41
6.7.2.	Finanční analýza vytápění pomocí plynu	43
6.7.3.	Finanční analýza vytápění pomocí tepelných čerpadel	43
6.8.	Závěr – vytápění budovy	46
6.9.	Fotovoltaická elektrárna	47
6.9.1.	Použitá technologie	47
6.9.2.	Ekonomická analýza	48
6.9.3.	Příklad výpočtu ekonomické analýzy FVE	52
6.9.4.	Závěr – Základní analýza FVE	55
6.9.5.	Návratnost FVE při využití zelených bonusů	55
6.9.6.	Závěr – analýza FVE při využití zeleného bonusu	56
6.9.7.	Návratnost FVE při zapojení do distribuční sítě v roce 2011	59
6.9.8.	Závěr - FVE při zapojení do distribuční sítě v roce 2011	59
6.10.	Závěr – fotovoltaická elektrárna	61
7.	Environmentální srovnání	62
8.	Závěr	63
	Literatura	64
	Seznam obrázků	66
	Seznam tabulek	66

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

EE		elektrická energie
FV		fotovoltaický
CZT		centrální zásobování teplem
VVP		vnitřní výnosové procento
CF	[Kč]	cash flow
DCF	[Kč]	diskontovaný cash flow
DN	[rok]	doba návratnosti
IN	[Kč]	pořizovací náklady
N	[rok]	doba životnosti
N_P	[Kč]	průměrné roční náklady
P_n	[Kč]	peněžní příjem v jednotlivých letech životnosti
i	[1]	diskontní sazba, úrokový koeficient
n	[1]	jednotlivá léta životnosti

1. ÚVOD

V dnešní době je téma obnovitelných zdrojů energie na denním pořádku. Politici si na něm staví své kariéry, objevuje se také pravidelně v médiích, jednou opěváno, jindy haněno.

Jak soukromníci, tak podnikatelské subjekty se snaží využít alespoň některé obnovitelné zdroje, ať už je to z důvodů ušlechtilých – například ušetřit Zemi emisí ze spalování fosilních paliv, nebo čistě z vidiny ekonomického zisku.

Firmy, hlavně ty velké a nadnárodní, se snaží být „zelené,“ tzn. šetrné k životnímu prostředí a tím působit v očích zákazníků ještě zajímavějšími. Proto se objevují zadání podobné mému - ověřit využitelnost obnovitelných zdrojů energie v novém obchodně – společenském centru.

V úvodní části popisuji stručně technologie a principy obnovitelných zdrojů energie. Poté se věnuji ekonomickým ukazatelům pro hodnocení investic. Následuje kapitola, ve které v přehledu uvádím zejména zákony spojené s fotovoltaikou.

V praktické části se zabývám možnostmi využití obnovitelných zdrojů energie na projektu obchodního centra. Provádím finanční analýzy vytápění plynem, centrálním zásobováním teplem, tepelnými čerpadly. Dále se zabývám návrhem a opět finanční analýzou fotovoltaické elektrárny na střeše objektu.

2. ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE

V následujících kapitolách se pokusím stručně shrnout vlastnosti a technologie obnovitelných zdrojů energie. Nevěnuji se např. energii větru či vody, jelikož pro zadání nejsou aktuální.

2.1. Geotermální vytápěcí a chladicí systémy

Geotermálními vytápěcími a chladicími systémy je v mé práci myšleno použití tepelných čerpadel využívajících tepelné energie země. Tepelná energie se poté používá k vytápění budov i ohřevu vody.

Tepelná čerpadla obecně odebírají teplo z okolního vzduchu, vody či země. Princip tepelného čerpadla lze přirovnat ke chladničce, jak ji známe z domácností. Mění se účel, tedy u chladničky odebíráme teplo vnitřnímu prostoru a ohříváme okolí, tepelné čerpadlo jímá tepelnou energii z okolí. Mezi hlavní části čerpadla patří dva výměníky – výparník a kondenzátor a dále kompresor a expanzní ventil. Teplonosné médium odebírá teplo z okolí a postupně se vypařuje ve výparníku. Páry z něj dále nasává kompresor a prudce je stlačí a zároveň ohřeje. Tím se nízkopotenciální teplo dostává na vyšší hladinu, úroveň. Médium dále putuje do kondenzátoru, kde své teplo předá do spotřebiče. Při tom změní své skupenství a pokračuje přes expanzní ventil, kde je opět prudce ochlazen. Tím se cyklus dokončí a znovu opakuje. Systém tepelného čerpadla se dá zjednodušeně rozdělit na primární a sekundární okruh. Primární zahrnuje tu část, která prochází okolním prostředím, sekundární představuje topný systém. [5]

Tepelná čerpadla se dají hodnotit pomocí topného faktoru. Tento faktor udává poměr získaného topného tepla ke vstupní pohonné energii. Topné faktory nabývají hodnot od 2,5 do 5, ale v závislosti na provozních podmínkách se mění. Měří se proto za předem definovaných podmínek (například teplota okolí a teplota topné vody).

2.1.1. Typy tepelných čerpadel

Tepelná čerpadla se podle druhu primárního a sekundárního oběhu také označují:

- Země – voda
- Vzduch – voda
- Voda – voda
- Vzduch – vzduch

2.1.2. Tepelná čerpadla země - voda

Tepelná čerpadla země - voda odebírají energii ze země a dodávají její část do vody. Abychom mohli toto teplo využívat, je potřeba zavést do země zemní kolektor nebo provést geotermální vrty. U zemního kolektoru je nutno provést rozsáhlé zemní práce. Vrtý naopak nejsou plošně náročné, ale finančně jsou mnohem náročnější. Z těchto kolektorů či vrtů je možno využívat teplo po celý rok. Protože jsou tato zemní čerpadla nezávislá na okolních podmínkách, je možno je využívat i za nízkých venkovních teplot.

Zemní plošný kolektor [5]

Zemní plošný kolektor pracuje se sluneční energií, která se v teplých měsících ve formě tepla akumuluje do vrchních vrstev země. Tato energie se tepelným čerpadlem průběžně odejme pro ohřev teplé vody a vytápění. Kolektor je relativně nenáročný na realizaci a finance. K jeho provedení postačí pouze ohláška na stavebním úřadě.

Plošný kolektor využívá energii ze Slunce, protože v zimě odebírá teplo, které se během letního období naakumulovalo v zemi. Pro umístění plošného kolektoru je důležité zohlednit termické vlastnosti půdy, polohu a okolí. Předpokladem je mít dostatečně velký pozemek, který nebude již dále upravován. Kolektor se klade do výkopů v nezámrzné hloubce, což je asi 1,2 – 1,5 m. Způsob pokládky je podobný rozložení hadic u podlahového topení. Plošné kolektory se vyrábí z polyetylenového potrubí. Doporučovaná délka jednotlivých okruhů je 100 až 300 m. kolektory se umisťují z bezpečnostních důvodů do vzdálenosti 1,5m od základů budov. Pokud jsou okruhy v blízkosti objektů je nutná jejich řádná izolace a těsnost proti vodě. Na připravenou plochu se ukládá potrubí v daných roztečích a upevňují se do země. K výkopu dráhy pro potrubí se může použít buď klasický bagr nebo zemní rýhovač. Na konci topného období může teplota v kolektoru klesnout až pod bod mrazu.

Vertikální vrty

Vertikální vrt pro tepelné čerpadlo je v ČR hojně rozšířeným způsobem získávání geotermální nízkopotenciální energie a to i přes svou poměrně vysokou pořizovací cenu. Vrtý mají oproti jiným řešením nesporné výhody. Jednou z nich je fakt, že jde o zdroj nezávislý na vlivu počasí, další výhodou je využití jejich konstantní teploty 8 – 12 °C pro chlazení budov v letních měsících. Aby geotermální vrty byly maximálně účelné, musíme dbát na správnost zhotovení a výběr materiálu, musí splňovat potřebné evropské normy a předpisy. Hloubka vrtů bývá 70 až 140 m, když je jich větší počet, rozdělí se jejich délka rovnoměrně. Samotný vrt je proveden rotačně příklepovým vrtáním, většinou za pomoci stlačeného vzduchu. Stlačený vzduch kladivo pohání a zároveň vynáší vrtaný materiál. Dále se místo vzduchu používá směs vody

s příměsí. Po vyvrtání se musí odejmutá hornina nahradit jiným materiálem. Tím se zabrání pronikání spodních vod do vyšších vrstev a zároveň se zabezpečí kontakt vrtu s horninou kvůli tepelnému přenosu. Je vhodné, aby injektovaná směs měla pokud možno co nejméně pórů a tak co nejvíce usnadňovala přenos tepla.

2.1.3. Tepelná čerpadla vzduch – voda

Tento systém je oproti zemnímu mnohem méně náročný jak v rámci instalace, tak investičních výdajů. Výkon tohoto systému je značně odvislý od teploty okolního vzduchu, to znamená, že s rostoucí teplotou roste i výkon čerpadla. Tento fakt podtrhuje nutnost bivalentního provozu. Pokud jsou dlouhodobě venkovní teploty nižší než -20°C dodává teplo jen sekundární zdroj.

2.1.4. Tepelná čerpadla Voda – voda

Tento systém odebírá tepelnou energii z vody podzemní nebo povrchové. Neoptimálnější jsou studny, protože voda v nich mívá stabilní teplotu okolo 10°C . Je potřeba u nich ověřit vydatnost podzemního zdroje čerpacími zkouškami

2.2. Biopalivo

Biopalivo je v rámci České republiky nejslibnějším alternativním zdrojem energie. Bohužel, jako ostatní obnovitelné zdroje je jeho možnost využití značně závislá na místních podmínkách.

2.2.1. Biomasa

Hmota, která pochází z rostlin či živočichů se obecně nazývá biomasa. Její definici lze vyčíst ze zákona č. 180/2005: „biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků z provozování zemědělství a hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětví, zemědělské produkty pěstované pro energetické účely a rovněž biologicky rozložitelná část vytríděného průmyslového a komunálního odpadu.“

Biomasa je tedy získávána buď z odpadů, nebo je záměrně pěstována. Rostliny pěstované pro jiné účely než k získání krmiv a potravin, se nazývají technické plodiny. Některé technické plodiny jsou pěstovány pro energetické využití (energetické plodiny). Tyto plodiny se dělí na dřeviny a nedřevnaté rostliny (byliny). [11]

Do energetických plodin řadíme:

- jednoleté rostliny
- víceleté a vytrvalé rostliny
- energetické trávy
- rychlerostoucí dřeviny.

Formy biomasy:

- 1) balíky suchých stébelnin
- 2) brikety
- 3) dřevní palivo
- 4) peletky

Energie biomasy se zhodnocuje několika známými způsoby:

1) **Termochemicky**

Spalování

Zplyňování

Pyrolýza

2) **Biochemicky**

Alkoholové kvašení

Ethanové kvašení

3) **Chemicky**

Esterifikace rostlinných olejů

Oleochemie

Energie se z pevné formy biomasy (zejména dřeva) pro vytápění získává zejména spalováním a zplyňováním. Spalování je termochemická reakce, při níž za vysokých teplot dochází k rozkladu organického materiálu obsaženého ve dřevě na hořlavé plyny a při jejich oxidaci se uvolňuje energie, oxid uhličitý a voda. Hořlavina se rozděluje na prchavou a fixní. Biomasa je však specifická významným podílem prchavé hořlaviny (od 70%) na rozdíl od ostatních tuhých paliv. Při hoření se jako první uvolňuje právě tato hořlavina, následuje ji pevný uhlík.

Průběh spalování:

1. vypařování vody
2. uvolňování prchavé hořlaviny
3. zapalování prchavé hořlaviny
4. hoření prchavé hořlaviny
5. prohořívání pevného uhlíku

Ve skutečnosti neprobíhá hoření takto striktně za sebou, jednotlivé fáze se vzájemně prolínají a někdy se účelově potlačí, jako v případě zplyňování. Při zplyňování je kotel rozdělen na dvě části, v první se palivo zplyňuje za omezeného přístupu vzduchu a v druhé hoří vzniklé plyny smíšené se vzduchem. [10]

2.2.2. Bioplyn

Bioplyn je bezesporu zajímavým energetickým zdrojem mající kladný vliv na životní prostředí. Není sice dostatečně konkurenceschopný, aby mohl soupeřit fosilními palivy, ale je vhodnou a vítanou alternativou k nim. Bioplyn se dá definovat jako „plynný produkt anaerobní metanové fermentace organických látek uváděné též pod pojmy anaerobní digesce, biomethanizace a biogasifikace.“ [10] Mezi bioplyn se řadí také skládkový plyn, vznikající rozkladem biologického obsahu na skládkách.

Bioplyn je plyn vznikající mikrobiální přeměnou organických látek bez přístupu vzduchu, tento jev se nazývá anaerobní fermentace. Skládá se převážně z metanu (55-75%), oxidu uhličitého (25-45%) a ostatních plynů jako například dusíku, vodíku, a sulfanu. Další, avšak proměnlivou složkou bioplynu je vodní pára. [8]

Rozkladem organické hmoty bakteriemi vzniká bioplyn jako produkt jejich látkové proměny. Proces rozkladu se skládá ze čtyř částí:

- 1) Hydrolýza - anaerobní bakterie přeměňují makromolekulární organické látky na nízkomolekulární, za pomoci enzymů
- 2) Acidogeneze - další rozklad na organické kyseliny (oxid uhličitý, čpavek)
- 3) Acetogeneze - tvorba kyseliny octové
- 4) Metanogeneze - tvorba metanu metanovými bakteriemi

Rozdělení výrobní části – reaktoru - na dvě části je pro výrobu výhodnější. V jedné probíhá hydrolýza a acidogeneze a v následující acetogeneze a metanogeneze. Důležité pro udržení stability anaerobní fermentace je zajistit optimální podmínky. Mezi ně patří druh a množství materiálu, výhodný je materiál s vysokým obsahem těžkých látek. Další důležitou podmínkou je příslušná vlhkost materiálu, podmiňuje první fázi procesu fermentace tzv. hydrolýzu. Optimální teplota fermentovaného materiálu je vázána na kmeny bakterií v biomase. Teplota pod 4 °C je nepříznivá, činnost bakterií ustává, stejně tak i při překročení 60°C. Hodnota pH materiálu je optimální od 4,5-8,0, záleží však na druhu bakterie. Dále je důležitý poměr uhlíkatých a dusíkatých látek. Poměr C:N je ideální 20-30:1. V neposlední řadě značný význam má i zamezení přístupu inhibitorů do materiálu.

Kvalita plynu

Poměr hořlavého metanu k oxidu uhličitému určuje kvalitu bioplynu. Obvykle se dosahuje 50 -75% metanu. Množství metanu závisí na průběhu procesu skladbě živin v substrátu a teplotě substrátu. Zbytky po zpracování z biomasy na bioplyn se využívají úspěšně na hnojení.

Výhody užití bioplynu

- Využití organických materiálů s vysokým obsahem vody
- Zlepšení vlastností hnojiva
- Odstranění zápachu farmy a nižší emise metanu
- Vzniká i na skládkách – využití odpadů
- Výhodný pro použití v kogeneračních jednotkách

Využití bioplynu se zpravidla děje na místě vzniku. Nejčastěji se bioplyn využívá v kogeneračních jednotkách. Elektřinu v nich vyrobenou je výhodné prodat do sítě a teplo vyhřívá z části samotné fermentory, ale také farmu, případně sušičky.

Bioplyn se využívá ke spalování, kogeneraci, pohonu turbín nebo spalovacích motorů a také k neenergetickému využití. V poslední době se zvyšuje zájem o bioplynové stanice z řad zemědělců, obcí i politiků, se zájmem stoupá počet projektovaných a realizovaných bioplynových stanic.

2.3. Solární vytápění a adsorpční chlazení

Jednou z možností jak využít energii ze slunce jsou solární kolektory. Jejich princip je velice jednoduchý, zařízení využívají teplo ze Slunce přímo k lokálnímu ohřevu vody/média. Tato skutečnost však nemění nic na tom, že se na kořenech základních termomechanických principů dnes staví velmi sofistikovaná zařízení.

Samotné zařízení, ve kterém se mění část dopadajícího záření na teplo kapaliny, která v kolektoru proudí, se nazývají kolektory.

2.3.1. Kolektory - konstrukce

Ploché kolektory

V tomto typu kolektoru je absorbér (plocha, která pohlcuje záření a tuto energii předává teplotněmu médiu) ze spod a ze stran izolován a shora zakryt plochým sklem. Ploché kolektory jsou nejvíce využívaným typem a zastávají až 80 % slunečních kolektorů. Vynikají jednoduchou a robustní konstrukcí, jsou po letech používání na velmi dobré technické úrovni a mohou být, díky hladkým plochám i zajímavým architektonickým prvkem.

Vakuové trubice

Jedná se o skleněné trubice vyplněné vakuem, aby se zabránilo vedení a konvekci. Tyto kolektory bývají obecně účinnější než kolektory ploché, nicméně jsou mnohem dražší, proto jsou většinou využity u menších aplikací. U větších jsou aplikovány jako přímo protékané trubice a to jen na plochých střechách.

2.3.2. Adsorpční chlazení

Dosud nepoužívanější systém pro chlazení v klimatizačních zařízeních je kompresorové chlazení. Jsou však i jiné možnosti jak chladit budovy, například chlazení adsorpční chlazení. Hybnou silou u těchto zařízení je teplo, na rozdíl od chlazení kompresorového, kde je vstupní energií energie elektrická. Jejich výhodou je, že se nevyužívá ekologicky nepřijatelných chladiv (fluorovaných uhlovodíků). Další výhodou tkívá v tom, že s přibývajícím potřebou chladit v teplých měsících stoupá i přísun tepla z kolektorů.

Adsorpční systémy byly prve instalovány v Japonsku před 30 lety. Jejich princip spočívá v tom, že je voda (jako chladivo) adsorbována na pevném silikagelu a přitom je uvolněno vazebné teplo. Teplota 60 až 90 °C již stačí pro zabezpečení funkce adsorpčního systému. To, že je jako chladivo použita voda, patří mezi nesporné výhody

tohoto chlazení. Mezi další můžeme zařadit jednoduchost konstrukce, nízkou poruchovost a nižší pracovní teploty než se využívají u chlazení absorpčního. Mezi nevýhody patří objemnost konstrukce, finanční náročnost a horší poměry chlazení v porovnání s chlazením absorpčním.

Princip adsorpčního chlazení

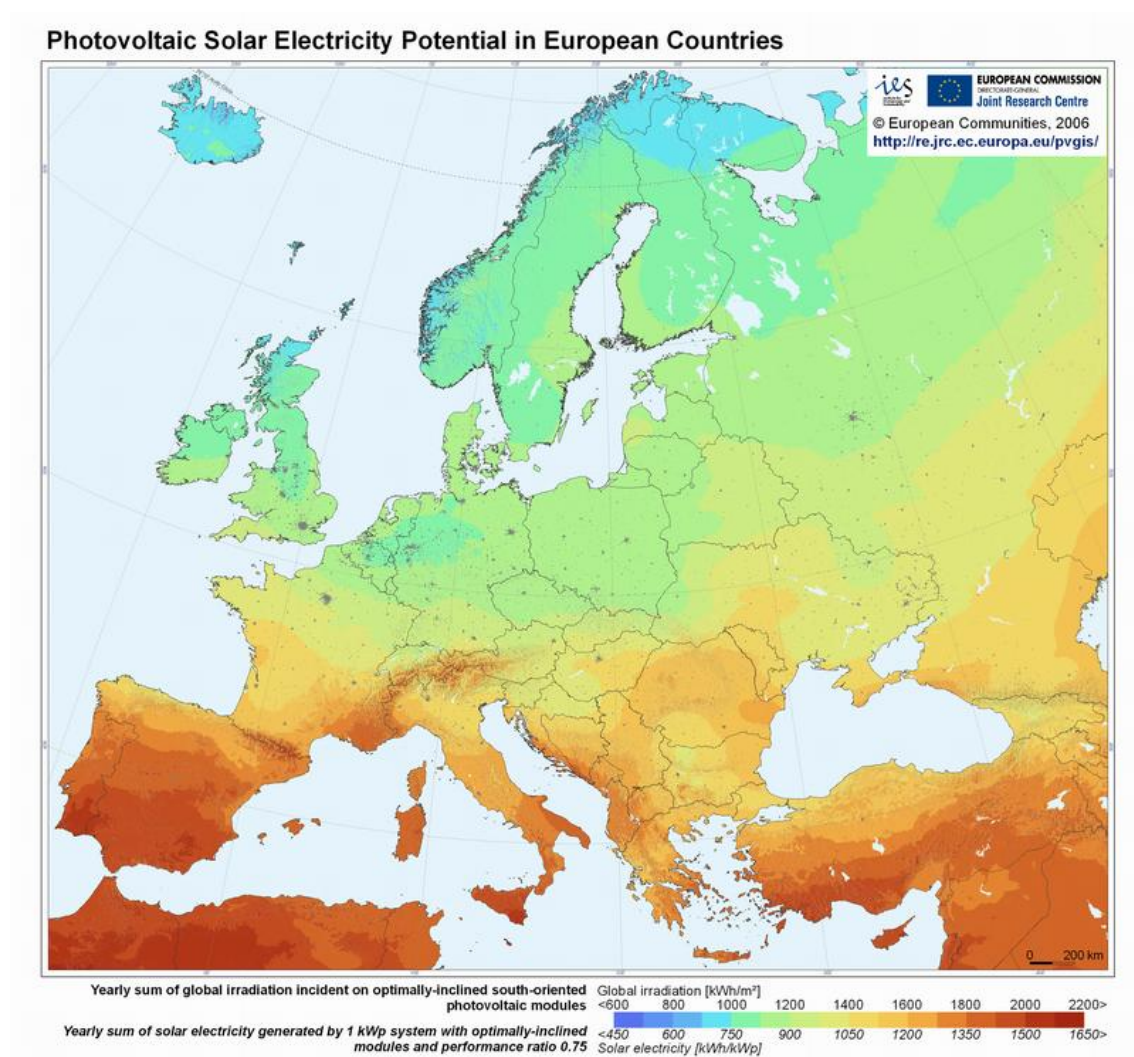
Základním prvkem je nádrž, která je dělena na čtyři části. Chladivo se ve výparníku vypařuje za nízkého tlaku teploty. Teplo na vypaření je odebráno vodě určené k chlazení. Pára se v adsorbéru adsorbuje (váže) na silikagel. Teplo vznikající při adsorpci je mařeno chladicí věží. V desorbéru je chladivo usazené na silikagelu vypuzeno teplem ze solárního systému. Probíhá zde tedy obrácený proces. Desorbér a adsorbér po každém cyklu mění svou funkci. Horní částí je kondenzátor, z něhož odtéká kondenzované chladivo zpět do výparníku. Jednotlivé části od sebe oddělují klapkové ventily. Díky tlakovým rozdílům ventily samovolně zavírají a otevírají a umožňují tak periodicitu oběhu. Dále je možno užít odpadní teplo například rekuperací.

[9]

2.4. Fotovoltaické panely

Fotovoltaické panely využívají energii slunce pro výrobu elektrické energie. Je to po slunečních kolektorech další možnost jak využít energii slunce. Historie fotovoltaických článků sahá až do 19. Století. Od té doby se významně zvýšila jejich účinnost (z 1%) a také se změnily materiály, ze kterých jsou vyráběny. Pro mé zadání je však nejdůležitější to, jak se změnilo jejich využití. První větší uplatnění našly v kosmonautice, ale se snižováním ceny začaly pronikat do průmyslové sféry a nyní jsou běžné i instalace na rodinných domech.

Česká republika nemá zrovna ideální podmínky, co se týče množství dopadající sluneční energie v globálním měřítku, zejména v porovnání se zeměmi blíže rovníku, viz Obrázek 1. Na obrázku můžeme sledovat roční množství dopadajícího záření na m^2 (Yearly sum of global irradiation) ale také přibližné množství elektrické energie vyrobené systémem o výkonu 1kWp (Yearly sum of solar electricity).



Obrázek 1 Potenciál výroby energie fotovoltaickými články [24]

2.4.1. Princip panelů [4]

Základním principem fotovoltaických panelů je fotoelektrický jev. Ten se děje, pokud dostatečnou energií ozáříme kovovou plochu a tím se začnou uvolňovat elektrony. Ty po sobě nechávají volné místo – díru. Pokud se ale nezajistí oddělení díry a elektronu od sebe, oba se k sobě zase rychle přitáhnou. Materiály, jež oddělení umožňují, se nazývají polovodiče.

Základem článku jsou dvě vrstvy materiálu (křemík), přičemž každá má jinou příměs, například fosfor na straně jedné a stříbro s hliníkem na straně druhé. Jedná se o dva polovodiče, nejběžnějším materiálem, ze kterého se panely vyrábí, je křemík. Vazby v křemíku nejsou silné a tak se v něm elektrony uvolňují poměrně snadno. Když se u křemíku zvyšuje teplota, zvyšuje se i jeho vodivost. Dále se vodivost zvyšuje i přidáním příměsí – fosfor nebo bor. V případě že do křemíku přidáme fosfor, vznikne polovodič typu n, naopak přidáme-li bor, vznikne polovodič typu p. Polovodič typu n má navíc elektrony, naopak p má navíc díry. Spojením těchto dvou polovodičů vznikne na jejich rozmezí vrstva, kterou nazýváme p-n přechod. Na p-n přechodu vzniká rozdíl potenciálů, přičemž polovodič typu n je kladný a p je záporný. Při dopadu světelného záření do oblasti přechodu přecházejí elektrony na vyšší energetické hladiny a zanechávají za sebou díry. Tyto náboje se poté v důsledku rozdílných potenciálů od sebe oddělí. Díra je přitahována k polovodiči typu p a elektrony analogicky k typu n. Pokud se tedy uzavře elektrický obvod, protéká v něm proud. Napětí článků je v případě křemíku 0,5V. Pro získání požadovaného napětí se zapojují články za sebou a pro větší proud vedle sebe. Tímto spojením vznikne fotovoltaický panel.

2.4.2. Typy panelů

Fotovoltaické články je nutné kvůli jejich citlivosti a ekonomické náročnosti chránit. Aby nebyly vystaveny mechanickým poškozením, korozi a znečištění. Proto se na horní stranu panelu dává nejčastěji kalené sklo a po obvodu hliníkový rám zajišťující požadovanou tuhost. Skla bývají se sníženým obsahem železa a díky tomu lépe propouští světlo v červené a infračervené oblasti záření. Dále se nanáší antireflexní vrstva. Panely se utěšňují pomocí vakuové laminace. Takový panel se vsazuje do rámu, proti zatížení větrem či sněhem. Rám také umožňuje samotnou montáž na podstavec či střechu. Fotovoltaické články se vyvíjí již téměř 50 let. Během tohoto vývoje bylo navrženo mnoho různých typů a konstrukcí a využívaly se různé materiály.

První generace fotovoltaických článků byly konstruovány z destiček monokrystalického křemíku, v nichž byl vytvořen p-n přechod. Dodnes jde o nejpoužívanější typ fotovoltaických článků, převážně u velkoplošných instalací.

Přednost těchto článků je dobrá účinnost a dlouhodobá stabilita výkonu. Nevýhodou je náročná výroba a vysoká spotřeba čistého křemíku, který je drahý.

Druhá generace fotovoltaických článků se vyrábí z polykrystalického, mikrokrytalického nebo amorfního křemíku, nebo jiných materiálů než křemík. Hlavním záměrem při používání těchto materiálů je zlevnit výrobu. Nevýhodou těchto článků je však nižší účinnost a menší stabilita. Tyto články se využívají převážně tam, kde je požadována pružnost a ohebnost. Přednosti těchto článků ocenila armáda, která je instaluje například na oděv nebo povrch batohu a tím umožní napájet přenosná zařízení jako například mobilní telefon či vysílačku. Další možností využití fotovoltaických článků druhé generace jsou fotovoltaické fólie, které plní funkci nepropustné fólie a zároveň vyrábí elektřinu.

Třetí generace využívá k oddělení nábojů jiné techniky než p-n přechod a mnohdy i jiné polovodiče. Například fotoelektrochemické články, polymerní články, monostruktury ve formě uhlíkových monotrubiček nebo nanotyček nebo struktury vytvořené nanosením takzvaných kvantových teček na vhodnou podložku. Výhodou těchto materiálů je to, že můžeme cíleně ovlivňovat optické i elektrické vlastnosti. Nevýhodou je však malá účinnost a stabilita vlastností a životností, proto se tyto články v praxi téměř nevyužívají. Nejblíže k praktickému využití jsou flexibilní fotovoltaické moduly založené na organických polymerech.

Čtvrtá generace fotovoltaických článků je schopná využít efektivně širokou část slunečního spektra a to tím, že každá vrstva využívá světlo v určitém rozsahu vlnových délek. Záření, které využít nemůže, propouští do hlubších vrstev, kde je využito.

2.4.3. Zvyšování účinnosti

Jako u každé technologie by i fotovoltaických panelů bylo příhodné zvýšit jejich účinnost. Toho se dá dosáhnout buď použitím účinnějších článků, nebo zvýšením intenzity záření. Toho se dosahuje dobrou antireflexní vrstvou nebo změnou struktury materiálu, na něž záření dopadá. Zajímavou aplikací, zvyšující množství dopadajícího záření, je užití oboustranných panelů, tyto absorbují záření i ze zadní strany, například od lesklé střechy.

Další možností, jak významně ovlivnit množství dopadajícího záření, je nechat panely natáčet se za sluncem tak, aby paprsky dopadaly pokud možno vždy kolmo. Používá se natáčení v jedné nebo ve dvou osách.

2.4.4. Umístění

Fotovoltaické elektrárny se umísťují nejčastěji na volné prostranství nebo na budovy. Výhod umístění na budovách je hned několik. Není potřeba zřizovat nové přípojky do elektrické sítě, nezabírá se půda, která se dá například zemědělsky využít, je lépe chráněná proti poškození či krádeži, snižuje se ztráta vedením, díky bezprostřední blízkosti odběratelů, je možno ji jednodušeji připojit k síti a v neposlední řadě také panely působí reprezentativně. Naopak nevýhodou instalace na budovy je plocha omezena rozměry budovy případně zastínění od sousedních budov. Dalším možným problémem je orientace budovy. Optimální orientace panelů je totiž na jih a sklon 35°. Instalace natáčecího zařízení z důvodu statiky a náročnosti se na budovách většinou nevyužívá. Také proto je nutné vyřešit náročnější ukotvení panelů ve střeše, aby splňovaly výše uvedené podmínky. Panely jsou dále namáhány větrem a to může mít negativní vliv na statiku budovy.

2.4.5. Fotovoltaické systémy [6]

Fotovoltaické systémy se dle aplikace dělí na autonomní hybridní a přímo spojené se sítí. Autonomní systém používá akumulátory a využívá se v místech, bez možnosti k připojení k veřejné síti. Využívá se ho například pro osvětlení (ve spojení s úspornými LED diodami nebo komunikaci se světem, případně čerpání vody). Dnes se stále častěji uplatňují také aplikace v miniaturních provedeních (mobilní telefony a apod.)

Hybridní systém kromě fotovoltaické elektrárny využívá i jiné zdroje elektrické energie (větrné elektrárny, dieselaagregáty) a také akumulátory. Je náročnější na regulaci, protože je nutno zajistit optimalizaci jednotlivých zařízení.

Posledním systémem je přímé spojení se sítí. U tohoto systému obvykle nepoužívá akumulátor, měnič proto musí pracovat v celém rozsahu napětí, které poskytuje fotovoltaické pole. Problém s využitím vyrobené elektrické energie je zde vyřešen, protože je všechna dodávána do sítě. Tento systém je ekonomicky nejnáročnější výrobou elektrické energie a je výhodný jen proto, že jsou vysoké výkupní ceny této energie.

2.4.6. Další zařízení fotovoltaických systémů [4]

Samotné fotovoltaické moduly pro výrobu elektrické energie nestačí a je třeba je doplnit dalšími komponenty. V případě jednoduchých aplikací (čerpání vody) není potřeba téměř žádných, u jiných je jich naopak potřeba mnoho.

Mezi další zařízení patří:

- Akumulátory
- Transformátory, měniče, invertory,
- Odpojovače zátěže
- Pojistná zařízení
- Náhradní zdroje

Akumulátory

Akumulátory jsou hlavním důvodem ekonomické náročnosti autonomních systémů. V některých případech dosahují 40 – 60 % ceny systému. Jejich životnost (5 – 10 let) je podstatně menší, než životnost fotovoltaických panelů (20 let). A to může způsobit, že náklady na ně mohou být větší než na fotovoltaické moduly. Akumulátory bývají olověné, alkalické, Lithium-iontové baterie.

Další možností je ukládání ve formě vodíku. Jedná se o soustavu elektrolyzérů, zásobníku vodíku a palivového článku. Kapacita je dána velikostí vodíkové nádrže a nemá energetické ztráty samovybíjením, lze tak například uložit energie z léta na zimu. Používá se převážně jen pro rozsáhlé instalace. Tato soustava je však velmi finančně náročná a účinnost je pouze asi 50%.

Měniče proudu

U stejnosměrného proudu nelze měnit velikost napětí, proto se v rozvodových sítích používá pouze proud střídavý. Stejnosměrný proud, vyrobený fotovoltaickými moduly, musíme tedy před dodáním do rozvodné sítě změnit na střídavý o vhodném napětí (240V i více). K tomu jsou potřebné tzv. měniče neboli invertory. Pomocí nich se stejnosměrný proud s použitím spínacích obvodů přemění na proud střídavý a ten je přeměněn na potřebné napětí. Důležitý je také tvar střídavého napětí, který inverter produkuje. Nejprospěšnější, ale také zároveň nejdražší jsou měniče se sinusovým průběhem napětí. Další možností jsou kvazisinusové měniče, které aproximují sinusový průběh stupňovitou křivkou. Nejméně vhodné jsou obdélníkové nebo lichoběžníkové průběhy. Nejpoužívanější jsou měniče elektrické. Požadavky na dodávku proudu do rozvodné sítě jsou velké, například z hlediska časového průběhu napětí a podobně. Důležité je také měřit množství dodávané energie do sítě a zajistit vypnutí při poruše.

Měření vyrobené energie

Při měření množství vyrobené energie je velmi důležité si zvolit vhodné a kvalitní měřidlo. Solární fotovoltaické systémy umístěné na budovách používají dva elektroměry, jeden měří elektřinu dodávanou do domu a druhý vyrobenou solárním systémem.

Záložní zdroj

Pro období nedostatečného slunečního svitu je dobré mít u fotovoltaických systémů, které nejsou připojeny k elektrické síti, náhradní zdroj energie. Nejvhodnější a zároveň také levnější variantou jsou elektrocentrály s motorem na propan či propanbutan, dražší variantou mohou být motory na benzín nebo dieselové motory.

3. ZÁKLADNÍ EKONOMICKÉ UKAZATELE PRO HODNOCENÍ INVESTIC

Při výběru způsobu vytápění je nutné zohlednit nejen energetickou efektivnost uvažovaných možností, ale i ekonomickou stránku volby, neboť se vždy jedná o dlouhodobou investici do vybraného zařízení. Samotný proces rozhodování má několik fází, nejdříve je nutné shromáždit potřebné informace, následně pak propočítat jak náklady na investici do zařízení, tak i náklady spojené s provozem. Přehledně je možné tyto rozdělit na náklady investiční a provozní.

Mezi investiční náklady řadíme:

- prodejní cenu zdroje tepla (kotle),
- cenu instalace takového zařízení.

Mezi provozní náklady zahrnujeme:

- cenu paliva,
- údržbu nebo pravidelné kontroly a servis,
- čas strávený obsluhou, servisem.

Největší neznámou veličinou pro objektivní posouzení efektivnosti potenciálních investic, je neustálá změna hodnoty cen energií, která je tak nepředvídatelná nebo jen se značným rizikem.

Výsledky výpočtů slouží jako podklad pro konečné rozhodnutí, který uvažovaný systém vybrat. Pro výběr nejvýhodnější varianty je nutné srovnat výnosy s vloženými prostředky u jednotlivých možností, k čemuž můžeme použít některou z celé řady metod pro hodnocení efektivnosti investic. Mezi nejpoužívanější patří:

- prostá návratnost investice,
- čistá současná hodnota,
- vnitřní výnosové procento.

Tyto výpočty jsou také podmínkou pro hodnocení projektu v energetickém auditu.
[65]

3.1. Cash flow

Abychom mohli dále s těmito metodami počítat, je nutné u každého projektu stanovit cash flow. Cash flow je zásadním nástrojem při vyhodnocování investičních záměrů. Jeho uplatnění nalezneme nejčastěji ve finanční analýze, plánování a

vyhodnocování investičních variant. Zjednodušeně můžeme říci, že Cash flow neboli peněžní toky, představuje pohyb peněžních prostředků (přírůstek i úbytek) za určité období. V každém roce provozu ji zjistíme tím způsobem, že od zisku v jednotlivých letech odečítáme splátky úvěru a úroky. Pokud počítáme cash flow za delší časový úsek, aktualizuje se jeho hodnota pomocí diskontu a dalších kategorií složeného úrokování. Toho se využívá nejčastěji u ekonomického vyhodnocování investičních variant a dlouhodobého plánování. Diskontovaný Cash flow se vypočítá ze vztahu:

$$DCF = \frac{CF}{(1+i)^n} \text{ [Kč]} \quad (4.1.)$$

Kde:

i [1] diskontní sazba
 n [1] rok, ke kterému se DCF počítá

3.2. Prostá návratnost investice

Pro svou jednoduchost asi nejpoužívanější metodou pro hodnocení investice je prostá doba návratnosti.

Výpočet znázorňuje vztah:

$$DN = \frac{IN}{CF} \text{ [rok]} \quad (4.2.)$$

Kde:

IN [Kč] investiční náklady
 CF [Kč] cash flow, rozdíl mezi příjmy a výdaji za rok

Vyhodnocení této metody spočívá v porovnání počtů let, za které se investice vrátí. Systém vytápění, jehož návratnost je v porovnání s ostatními za dobu nejkratší, je vyhodnocen jako nejvhodnější. Nevýhodou této metody je její nepřesnost, neboť nezohledňuje peněžní příjmy z investice, které vzniknou po době jejího splácení. Dále pak nezapočítává faktor času a tím dává přednost systémům s kratší životností, i když jsou méně efektivní. Použití této metody je pak výhodné v případě, že porovnáváme investiční varianty se stejnou dobou životnosti a stejným průběhem peněžních příjmů z investice. [1] Kvůli nepřesnosti této metody se dnes používají metody modernější, které například počítají s úvěrem na investice, nebo zohledňují faktor času.

3.3. Diskontovaná doba návratnosti

Podobně jako prostá doba návratnosti se potom vypočítá diskontovaná doba návratnosti:

$$DN_D = \frac{IN}{DCF} [\text{rok}] \quad (4.3.)$$

3.4. Čistá současná hodnota

Za teoreticky nejpřesnější metodu pro hodnocení investic je považována čistá současná hodnota, která představuje rozdíl mezi aktualizovanou (nebo současnou) hodnotou peněžních příjmů z investice a aktualizovanou hodnotou kapitálových výdajů na investice.

Výpočet čisté současné hodnoty znázorňuje vzorec:

$$ČSH = \sum_{n=1}^N P_n \frac{1}{(1+i)^n} - IN [\text{Kč}] \quad (4.4.)$$

Kde:

N	[rok]	doba životnosti
P_n	[Kč]	peněžní příjem v jednotlivých letech životnosti
i	[1]	diskontní sazba
IN	[Kč]	investiční náklady
n	[1]	jednotlivá léta životnosti

Diskontní sazba je výnosová míra, kterou jsou diskontovány (přepočítány) budoucí peněžní toky na současnou hodnotu. Představuje sazbu z diskontních úvěrů, které poskytuje centrální banka bankám obchodním a bývá v ekonomice ze všech úrokových sazeb z úvěrů nejnižší. [12]

Za jednotlivé roky životnosti se příjmy vypočtou pomocí peněžních toků (cash flow). Systém, který má větší čistou současnou hodnotu, se považuje za výhodnější. Všechny možnosti s čistou současnou hodnotou vyšší než 0 jsou přípustné, představují totiž požadovanou míru výnosu. Pomocí čisté současné hodnoty se vypočítá přímo částka, jakou investice přinese. Tato metoda je výhodná při výběru mezi projekty, jejich srovnání nebo varianty, za podmínky, že mají stejnou dobu životnosti. Klíčovým momentem této metody je určení správné diskontní sazby, která významně ovlivňuje výslednou hodnotu. Hlavním kladem metody čisté současné hodnoty je zkoumání efektivnosti investic po celou dobu provozu, jako efekt investování vyjadřuje celý peněžní příjem, zachovává časovou hodnotu peněz, a díky diskontní sazbě vystihuje také rizika toho kterého projektu. [1]

3.5. Vnitřní výnosové procento

Toto kritérium je sestaveno na základě peněžních příjmů a zvažuje faktor času. Využívá se samostatně nebo vzájemně s čistou současnou hodnotou. Vychází ze

stejného východiska, ale na rozdíl od čisté současné hodnoty není diskontní sazba zadána, nýbrž je vypočítávanou neznámou.

Zjistíme jej z rovnice:

$$\sum_1^N P_n \frac{1}{(1+i)^n} = IN \quad (4.5.)$$

Kde:

i	[1]	úrokový koeficient – vnitřní výnosové procento (VVP)
N	[rok]	doba životnosti
P_n	[Kč]	peněžní příjem v jednotlivých letech životnosti
IN	[Kč]	investiční náklady
n	[1]	jednotlivá léta životnosti

Vnitřním výnosovým procentem pak můžeme nazvat takovou výši úrokové sazby, která splňuje podmínky výše uvedené rovnice. Pomocí této rovnice určíme za libovolný počet roků n úrokové procento, na které bychom museli uložit peníze, abychom dostali stejný výnos jako je hodnota vložené investice. Jinými slovy můžeme říci, že se jedná o takovou úrokovou míru, při které se čistá současná hodnota rovná nule. Vnitřní výnosové procento se ale nedá aplikovat, pokud nepředpokládá konvenční průběh peněžních toků.

4. LEGISLATIVA

4.1. Zákon č. 180/2005 Sb. [25]

o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)

V §2 zákona jsou definovány nejdůležitější pojmy, užívané v tomto zákoně.

Obnovitelnými zdroji se rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu.

Elektřinou z obnovitelných zdrojů elektřina vyrobená v zařízeních, která využívají pouze obnovitelné zdroje, a také část elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů v zařízeních, která využívají i neobnovitelné zdroje energie.

Zeleným bonusem

finanční částka navyšující tržní cenu elektřiny a hrazená provozovatelem regionální distribuční soustavy nebo přenosové soustavy výrobcí elektřiny z obnovitelných zdrojů, zohledňující snížené poškození životního prostředí využitím obnovitelného zdroje oproti spalování fosilních paliv, druh a velikost výrobního zařízení, kvalitu dodávané elektřiny.

4.1.1. Výše cen

Výši cen za elektřinu z obnovitelných zdrojů upravuje §6 zákona, podle kterého Energetický regulační úřad stanoví vždy na kalendářní rok dopředu výkupní ceny za elektřinu z obnovitelných zdrojů samostatně pro jednotlivé druhy obnovitelných zdrojů tak, aby byly splněny dvě závazné podmínky:

1. byly vytvořeny podmínky pro naplnění indikativního cíle podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny ve výši 8 % v roce 2010
2. pro zařízení uvedená do provozu:
 - po dni nabytí účinnosti tohoto zákona bylo při podpoře výkupními cenami dosaženo patnáctileté doby návratnosti investic za podmínky splnění technických a ekonomických parametrů, kterými jsou zejména náklady na

instalovanou jednotku výkonu, účinnost využití primárního obsahu energie v obnovitelném zdroji a doba využití zařízení

- po dni nabytí účinnosti tohoto zákona zůstala zachována výše výnosů za jednotku elektřiny z obnovitelných zdrojů při podpoře výkupními cenami po dobu 15 let od roku uvedení zařízení do provozu jako minimální se zohledněním indexu cen průmyslových výrobců.

Výkupní ceny stanovené Úřadem pro následující kalendářní rok **nesmí být nižší než 95 %** hodnoty výkupních cen platných v roce, v němž se o novém stanovení rozhoduje. Ustanovení věty první se nepoužije pro stanovení výkupních cen pro následující kalendářní rok pro ty druhy obnovitelných zdrojů, u kterých je v roce, v němž se o novém stanovení výkupních cen rozhoduje, dosaženo návratnosti investic kratší než 11 let.

V roce 2010 byla přijata novela tohoto zákona č. 137/2010 Sb., kterou se mění zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů). Její znění umožní Energetickému regulačnímu úřadu s účinností od 1. ledna 2011 upravit ceny pro fotovoltaiku do souladu s principy používanými pro ostatní druhy obnovitelných zdrojů, čímž se odstraní současná diskriminace ostatních druhů obnovitelných zdrojů.

V důvodové zprávě k této novele se mimo jiné uvádí, že prudce rostoucí zájem investorů o fotovoltaiku je dán zejména **výrazným meziročním poklesem měrných investičních nákladů** těchto zdrojů v důsledku snížení cen fotovoltaických panelů o více než 40 %. Energetický regulační úřad však nemůže na tento stav reagovat příslušným snížením výkupní ceny elektřiny z těchto zdrojů, neboť smí na základě zákona meziročně snížit výkupní cenu elektřiny pro nové zdroje pouze o 5 %. Díky tomu dochází k velmi významnému zvýhodnění nově budovaných fotovoltaických elektráren oproti ostatním druhům obnovitelných zdrojů, u kterých je podpora stanovena optimálně.

Vzniklá situace též vede nejen k reálné, ale také spekulativní blokaci připojovacích kapacit pro výstavbu nových zdrojů na úrovni distribučních soustav, která je způsobena velkým množstvím žádostí na výstavbu velkých fotovoltaických zdrojů (řádově i desítky MW) na celém území České republiky. Důsledkem těchto blokad nemohou provozovatelé distribučních soustav v některých lokalitách vydávat kladné stanovisko k žádosti o připojení pro nové zdroje.

Zatímco za celý rok 2006 požádalo o připojení fotovoltaických elektráren v těchto distribučních soustavách 67 žadatelů, jenom za první pololetí roku 2009 museli provozovatelé distribučních soustav vyřídit 4417 žádostí o připojení fotovoltaických elektráren.

Náhly rozvoj fotovoltaických zdrojů má nepříznivý vliv i na řízení celé elektrizační soustavy. Výroba elektrické energie z fotovoltaiky (obdobně jako z větrných elektráren) se na rozdíl od ostatních obnovitelných zdrojů energie (bioplynové stanice, spalování biomasy, malé vodní elektrárny) obtížně předpovídá.

4.2. Vyhláška č. 475/2005 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona o podpoře využívání obnovitelných zdrojů

V příloze č. 3 výše uvedené vyhlášky jsou uvedeny indikativní hodnoty technických a ekonomických parametrů fotovoltaiky:

1. Předpokládaná doba životnosti nové výroby: 20 let.
2. Požadavek účinnosti využití primárního obsahu energie: Předpokládá se konstrukce a umístění fotovoltaických článků tak, aby bylo dosaženo roční svorkové výroby elektřiny ≥ 150 kWh na metr čtvereční aktivní plochy solárního panelu. Současně je předpokládán pokles výkonu panelů o 0,8 % jmenovitého výkonu ročně.
3. Měrné investiční náklady $< 135\,000$ Kč/kWp a roční využití instalovaného špičkového výkonu > 935 kWh/kWp

Vyhláška stanovuje roční výnos z 1kWp nainstalovaného výkonu 935 kWh a garantuje výkupní ceny po dobu 20- ti let.

4.3. VYHLÁŠKA č.150/2007 Sb., o způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen

Způsob regulace a postup tvorby cen v elektroenergetice upravuje § 2 odst. 11, podle kterého „Úřad stanovuje výkupní ceny a zelené bonusy elektřiny z obnovitelných energetických zdrojů podle zvláštních právních předpisů. Výkupní ceny a zelené bonusy jsou uplatňovány po dobu životnosti výroben elektřiny. Po dobu životnosti výroby elektřiny, zařazené do příslušné kategorie podle druhu využívaného obnovitelného zdroje a data uvedení do provozu, se výkupní ceny meziročně zvyšují s ohledem na index cen průmyslových výrobců minimálně o 2 % a maximálně o 4 %, s výjimkou

výroben spalujících biomasu a bioplyn.“ Což znamená, že se výkupní ceny periodicky valorizují o průmyslovou inflaci 2-4% ročně.

4.4. Zákon č. 586/1992 Sb., o dani z příjmu

Zákon o dani z příjmu se z ekonomického pohledu dotýká slunečních elektráren hned v několika aspektech. Upravuje problematiku osvobození od daně, dobu odpisování, lhůtu pro uplatnění daňové ztráty a uplatnění paušálních nákladů.

§ 4 odst. e) zákona výslovně zmiňuje, že „příjmy fyzických osob jsou osvobozeny od daně, pokud se jedná o příjmy z provozu malých vodních elektráren do výkonu 1 MW, větrných elektráren, tepelných čerpadel, solárních zařízení, zařízení na výrobu a energetické využití bioplynu a dřevoplynu, zařízení na výrobu elektřiny nebo tepla z biomasy, zařízení na výrobu biologicky degradovatelných látek stanovených zvláštním předpisem, zařízení na využití geotermální energie (dále jen "zařízení"), a to v kalendářním roce, v němž byly poprvé uvedeny do provozu, a v bezprostředně následujících pěti letech. Za první uvedení do provozu se považuje i uvedení zařízení do zkušebního provozu, na základě něhož plynou nebo plynou poplatníkovi příjmy, a dále případy, kdy malá vodní elektrárna do výkonu 1 MW byla rekonstruována, pokud příjmy z této malé vodní elektrárny do výkonu 1 MW nebyly již osvobozeny. Doba osvobození se nepřerušuje ani v případě odstávky v důsledku technického zhodnocení nebo oprav a udržování.“

Dále §19 odst. d) upravuje osvobození od daně z příjmů právnických osob, „u příjmů z provozu malých vodních elektráren do výkonu 1 MW, větrných elektráren, tepelných čerpadel, solárních zařízení, zařízení na výrobu a energetické využití bioplynu a dřevoplynu, zařízení na výrobu elektřiny nebo tepla z biomasy, zařízení na výrobu biologicky degradovatelných látek stanovených zvláštním předpisem, zařízení na využití geotermální energie (dále jen "zařízení"), a to v kalendářním roce, v němž byly poprvé uvedeny do provozu, a v bezprostředně následujících pěti letech. Za první uvedení do provozu se považuje i uvedení zařízení do zkušebního provozu, na základě něhož plynou nebo plynou poplatníkovi příjmy, a dále případy, kdy malá vodní elektrárna do výkonu 1 MW byla rekonstruována, pokud příjmy z této malé vodní elektrárny do výkonu 1 MW nebyly již osvobozeny. Doba osvobození se nepřerušuje ani v případě odstávky v důsledku technického zhodnocení nebo oprav a udržování.“
U fyzických i právnických osob se jedná o osvobození po dobu 1+5 let, což znamená v roce uvedení do provozu a po dobu 5-ti bezprostředně následujících let.

§ 26 odst. 8 stanovuje počátek odpisování na 7.rok po skončení osvobození od daně z příjmu. Odpisy pro účely zákona není poplatník povinen uplatnit, přitom

odpisování lze i přerušit, ale při dalším odpisování je nutné pokračovat způsobem, jako by odpisování přerušeno nebylo. Doba odpisování slunečních elektráren je 5 let, v odpisové skupina č. 2.

§34 odst. 1 od základu daně lze odečíst daňovou ztrátu, která vznikla a byla vyměřena za předchozí zdaňovací období nebo jeho část, a to nejdéle v 5 zdaňovacích obdobích následujících bezprostředně po období, za které se daňová ztráta vyměřuje. Lhůta pro uplatnění daňové ztráty vzniklé odpisováním je tedy 5 let.

§7 odst. 7 písmeno d) a následně pak pokyn MF ČR, č. D-300 poskytují možnost uplatnění paušálních nákladů 40 %, což připadá v úvahu až po uplynutí doby osvobození příjmů a po ukončení odpisování. V případě použití paušálu, odpisy v daném roce propadají, bylo-li odpisování v minulosti zahájeno.

S provozováním a pořízením fotovoltaických elektráren souvisí ještě další legislativa:

- Zákon č. 458/2000 Sb. energetický zákon
- Zákon č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů
- Vyhláška č. 475/2005 Sb. prov. vyhláška zák. o podpoře využívání obn. zdrojů
- Vyhláška č. 364/2007 Sb. novela vyhlášky č. 475/2005
- Vyhláška č. 150/2007 Sb. o způsobu regulace cen v energetických odvětvích
- Vyhláška č. 51/2006 Sb. o podmínkách připojení k elektrizační soustavě

5. VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ ENERGIE PRO ZÁSOBOVÁNÍ BUDOVY OBCHODNÍHO CENTRA

5.1. Stručný souhrn informací o obchodním centru

Centrum se skládá celkem ze dvou budov, nákupního centra a přilehlé budovy pro dodávku tepla i chladu. Objekt bude vytápěn teplovzdušným vytápěním společně s větráním, jen některé části, jako například provozní zázemí budou zásobovány klasicky otopnými tělesy. Zdroj tepla bude provozován s konstantními parametry 90/70°C, požadovaná teplota topné vody pro jednotlivé okruhy bude upravena v regulačních uzlech. Centrální VZT soupravy pro větrání a vytápění se opatří vlastním regulačním uzlem.

Chlazení bude řešeno centrálně z větracích souprav, případné dochlazení si budou řešit samotní nájemci jednotlivých prostor. Chladicí zařízení bude připravovat vodu o parametrech 6/12°C, ta bude následně rozvedena po obchodním centru. Centrální větrací jednotky budou doplňovat regulační uzly.

Budova nákupního centra

Plocha	20200 m ²
Obestavěný prostor	140000 m ³
Celková potřeba tepla	910 kW
Potřeba chladu	1500 kW

Budova pro výrobu tepla

Plocha	240 m ²
Obestavěný prostor	1200 m ³

6. SYSTÉMY ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ

Následuje návrh jednotlivých řešení využití obnovitelných zdrojů v projektu obchodního centra.

6.1. Konvenční systém vytápění – plynový kotel

Konvenční systém zásobování teplem – vytápění plynem sice nepatří do seznamu alternativních zdrojů energie, ale pro ekonomické srovnání je nutné tento způsob vytápění zavést.

Pro vytápění obchodního centra konvenčním způsobem jsem volil dva kotle Viadrus G700. Oba budou stejného výkonu a to 550 kW. Celkový výkon 1100 kW je mírně předimenzovaný, nicméně při výpadku jednoho z nich je zajištěna alespoň nadpoloviční dodávka tepla.

6.1.1. Kotel Viadrus G 700

Jedná se o jednořadý litinový kotel, s třítahovou konstrukcí a přetlakovou spalovací komorou. Kotel je určen pro vytápění středních a větších objektů. Palivem kotle může být zemní plyn, bioplyn a extralehký topný olej.

Jmenovitý výkon	550	kW
Účinnost	91,5	%
Maximální teplota topné vody	90	°C
Teplota spalin	190	°C
CENA	233881	Kč

Tabulka 1 Technické údaje Viadrus G 700 13Sx [18]



Obrázek 2 Kotel Viadrus G 700 13Sx3

Tento typ kotle s vysokým výkonem se dodává smontován, ale bez hořáku. Proto bylo nutné ke kotli ještě zvolit vhodný hořák. Tuto funkci dobře zastane hořák Riello RS 68/M BLU. [19] Je to nízkoemisní hořák s výkony od 350 do 860 kW. Palivem může být jak plyn tak LPG.



Obrázek 3 Hořák Riello RS 68/M BLU

Rozsah výkonu	350 - 860	kW
Palivo	Zemní plyn	LPG
Emise CO	< 20	mg/kWh
Emise NOx	<80	mg/kWh
CENA	142 000	Kč

Tabulka 2 Technické údaje Riello RS 68/M BLU

6.1.2. Volba kompresorového chlazení

Výroba chladu bude v kompetenci kompresorového chlazení. Pro kompresorové chlazení jsem zvolil tři kompresorové jednotky Thermocold HEVW II 2690. Ty obsahují 2 scroll kompresory. Výkon chlazení jednotky je 657 kW.

Technické údaje:

Teplota chlazené vody	6/12 °C
Teplota chladicí vody	35/30 °C
Chladicí výkon	657 kW
Rozměry	
Výška	1921 mm
Hloubka	2442 mm
Šířka	1210 mm



Obrázek 4 Kompresorové chlazení

6.1.3. Volba chladicí věže

Pro odvádění přebytečného tepla z chlazení bude využito tři chladicích věží TEVA TVAP 068.

Vstupní teplota kapaliny	35 °C
Výstupní teplota kapaliny	30 °C
Odvedené teplo	805 kW
Rozměry	
Výška	3020 mm
Hloubka	2110 mm
Šířka	1810 mm

Chladicí věže budou umístěny na střeše energetické budovy.

6.2. Solární vytápění

Pro projekt takto velkého rozsahu jsem byl výrobcí a dodavateli upozorněn na to, že solární vytápění není pro mé zadání smysluplné. Nebyl jsem tak ani schopen tento systém vyhodnotit, neboť mi chyběly základní údaje pro vypracování - investiční náklady.

6.3. Biomasa

Zařízení pro vytápění biomasou není vhodné pro projekt vytápění z hlediska jeho polohy blízko zástavby. Kotel o výkonu téměř 1MW už se řadí dle zákona o ochraně ovzduší do středních zdrojů a musí splňovat emisní limity. Navíc by bylo potřeba skladovacích prostor pro uskladnění paliva a s takovou variantou se v projektu nepočítá. V neposlední řadě by bylo potřeba zajistit dodávky paliva minimálně na 20 let dopředu se zdrojem co nejblíže umístění obchodního centra. Z tohoto důvodu jsem vytápění biomasou dále nepočítal.

6.4. Bioplyn

Stejně jako předchozí dvě možnosti vytápění není bioplyn vhodnou formou vytápění. Pro bioplyn je totiž optimální spotřebovávat jej přímo u zdroje jeho vzniku. I kdyby se v blízkosti vybudovala bioplynová stanice, mohly by se vyskytnout problémy se stížnostmi na zápach v okolí. A to i přesto, že jsou dnešní technologie natolik vyspělé, že k zápachu prakticky nedochází. [64]

6.5. Tepelná čerpadla

Možností jak využívat teplo ze země jsou tepelná čerpadla. V teoretické části jsem vyjmenoval několik základních typů tepelných čerpadel, pro aplikaci v praktické části jsou vhodná tepelná čerpadla země-voda, konkrétně s vertikálními vrty. Na potřebný tepelný výkon 910 kW jsem volil 6 tepelných čerpadel SBP 1600 které dodává firma alphasinnoTec.

Výkon	160	kW
Topný faktor	4,1	-
CENA	3 000 000	Kč
Vrty	11 598 000	Kč

Obrázek 5 Vlastnosti technologie tepelných čerpadel [29]

6.5.1. Chlazení

Tepelná čerpadla je možné využít i na chlazení. Chlazení je možné dvěma způsoby:

1. Chlazení pasivní
2. Chlazení aktivní

Pasivní chlazení spočívá v průtoku chladicí kapaliny vrty, jejichž teplota bývá i pod stupněm mrazu. Pasivita spočívá v tom, že samotné kompresory tepelných čerpadel stojí a kapalina se ochlazuje jen při samotném průtoku vrtem. Množství ušetřené energie pomocí pasivního chlazení se dá obtížně vyčíslit. Bylo by možné postupovat přenosu tepla a objemového průtoku teplonosné kapaliny.

Aktivní chlazení již aktivně využívá tepelná čerpadla. Jejich chladicí výkon je však nízký a tak je výhodnější za použití nižších cen elektrické energie používat ke chlazení kompresory.

6.6. Centrální zásobování teplem

Ostrava Poruba je zásobena pomocí centrálního zásobování teplem z teplárny Třebovice, která je nyní provozována společností Dalkia Česká republika a.s.

Dle získaných informací by náklady na vybudování infrastruktury dodávek tepla dosahovaly 5 000 000 Kč.

Cena tepla z dálkového vytápění je 350 Kč/GJ.

Tyto hodnoty vždy závisí na dohodě mezi dodavatelem a spotřebitelem.

6.7. Ekonomická analýza – zdroje vytápění

Abychom mohli porovnat investice z ekonomického hlediska, je nutné o jednotlivých projektech mít pokud možno co nejvíc a nejpřesnějších informací. Mezi tyto informace patří hlavně pořizovací a provozní náklady. Proto bylo nutné zjistit pro každý typ využití obnovitelných zdrojů energie základní parametry zařízení a takto se dopracovat k orientačním finančním nákladům.

Pro účely ekonomického srovnání způsobů vytápění jsem využil metodu diskontovaného cash flow. Ekonomicky nejvhodnější varianta je potom taková, která má čistou současnou hodnotu resp. nejméně zápornou.

6.7.1. Finanční analýza vytápění pomocí CZT

Při kalkulaci vytápění pomocí CZT jsem vycházel z následujících předpokladů (Tabulka 3 Finanční podklady CZT):

Cena tepla	350	Kč/GJ
Instalace – vybudování infrastruktury	5000000	Kč
Potřeba tepla	6940	GJ/rok
Náklady na dodávku tepla	2 429 000	Kč

Tabulka 3 Finanční podklady CZT

Pro účely přesnějšího stanovení základu daně byl prvotní poplatek za připojení k síti časově rozlišen po dobu 10 let. Ve výpočtu byl ponechán pozitivní vliv daně z příjmů, kdy se vychází z předpokladu, že společnost má kladný základ daně ze své hlavní činnosti. Čistá současná hodnota je u této varianty -24 833 Kč.

v tis. Kč	Období		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Počáteční výdaj na připojení		-5 000									
= Celkem náklady pořízení		-5 000									
Náklady za dodátku tepla		-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429
= Hrubý výnos		-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429
Náklady na údržbu											
Časové rozlišení nákladů na instalaci		-500	-500	-500	-500	-500	-500	-500	-500	-500	-500
Provozní (Operativní) zisk		-2 929	-2 929	-2 929	-2 929	-2 929	-2 929	-2 929	-2 929	-2 929	-2 929
Daň z příjmu		557	557	557	557	557	557	557	557	557	557
Odpisy		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
Cash Flow		-6 872	-1 872	-1 872	-1 872	-1 872	-1 872	-1 872	-1 872	-1 872	-1 872
Diskontovaný Cash Flow		-6 872	-1 702	-1 548	-1 407	-1 279	-1 163	-1 057	-961	-874	-794
Kumulovaný Cash Flows		-6 872	-8 575	-10 122	-11 529	-12 808	-13 971	-15 028	-15 989	-16 862	-17 656
v tis. Kč	Období	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Rok	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Počáteční výdaj na připojení											
= Celkem náklady pořízení											
Náklady za dodátku tepla		-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429
= Hrubý výnos		-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429
Náklady na údržbu											
Časové rozlišení nákladů na instalaci											
Provozní (Operativní) zisk		-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429	-2 429
Daň z příjmu		462	462	462	462	462	462	462	462	462	462
Odpisy											
Cash Flow		-1 967	-2 891	-2 891	-2 891	-2 891	-2 891	-2 891	-2 891	-2 891	-2 891
Diskontovaný Cash Flow		-759	-1 013	-921	-837	-761	-692	-629	-572	-520	-473
Kumulovaný Cash Flows		-18 415	-19 428	-20 349	-21 186	-21 947	-22 639	-23 268	-23 840	-24 360	-24 833

Tabulka 4 Finanční vyhodnocení - CZT

6.7.2. Finanční analýza vytápění pomocí plynu

Při kalkulaci jsem vycházel z následujících předpokladů:

- výměna kotle po 15 letech životnosti.
- cena plynu je 1,17 Kč/MWh
- z důvodu zjednodušení se účetní odpisy rovnají daňovým
- ve výpočtu byl ponechán pozitivní vliv z daně z příjmů, kdy se vychází z předpokladu, že společnost má kladný základ a daně ze své hlavní činnosti
- náklady na údržbu rostou v průběhu životnosti, po výměně kotle po 15 ti letech se opět snižují

Čistá současná hodnota je u této varianty -22 350 Kč.

6.7.3. Finanční analýza vytápění pomocí tepelných čerpadel

Při kalkulaci jsem vycházel z následujících předpokladů:

- roční náklady na údržbu pravidelně valorizovány o 3%
- využití úspory plynoucí z dvoutarifové sazby pro vytápění tepelných čerpadel
- z důvodu zjednodušení se účetní odpisy rovnají daňovým

Bez zohlednění úspory na nákladech EE z titulu využití výhodného tarifu pro tepelná čerpadla je čistá současná hodnota - 41 725 tis. Kč. Pokud zahrneme do výpočtu využití výhodného tarifu, získáme úsporu na nákladech za EE po dobu 20 let ve výši 143 mil. Kč. Takto získáme alternativu s dobou návratnosti necelých 10 let při aplikaci metody diskontovaného cash flow.

Čistá současná hodnota (NPV)	9 779 Kč
Vnitřní výnosové procento	14,9 %
Doba návratnosti	11,1 roků

Tabulka 5 Výsledky vytápění pomocí tepelných čerpadel

v tis. Kč	Období		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Výdaje na pořízení tepelného čerpadla		-33 167									
= Celkem náklady pořízení		-33 167									
Náklady na EE		-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342
Úspora na nákladech za EE - tarif		5 892	5 892	5 892	5 892	5 892	5 892	5 892	5 892	5 892	5 892
= Hrubý výnos		4 549	4 549	4 549	4 549	4 549	4 549	4 549	4 549	4 549	4 549
Náklady na údržbu		-62	-64	-66	-68	-70	-72	-74	-76	-79	-81
Odpisy (účetní = daňové)		-6 633	-6 633	-6 633	-6 633	-6 633					
Provozní (Operativní) zisk		-2 146	-2 148	-2 150	-2 152	-2 154	4 477	4 475	4 473	4 471	4 468
Daň z příjmu		408	408	408	409	409	-851	-850	-850	-849	-849
Odpisy		6 633	6 633	6 633	6 633	6 633					
Cash Flow		-28 272	4 894	4 892	4 890	4 889	3 627	3 625	3 623	3 621	3 619
Diskontovaný Cash Flow		-28 272	4 449	4 043	3 674	3 339	2 252	2 046	1 859	1 689	1 535
Kumulovaný Cash Flow		-28 272	-23 823	-19 780	-16 106	-12 767	-10 515	-8 468	-6 609	-4 920	-3 385
v tis. Kč	Období	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Rok	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Výdaje na pořízení tepelného čerpadla											
= Celkem náklady pořízení											
Náklady na EE		-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342	-1 342
Úspora na nákladech za EE - tarif		5 892	5 892	5 892	5 892	5 892	5 892	5 892	5 892	5 892	5 892
= Hrubý výnos		4 549	4 549	4 549	4 549	4 549	4 549	4 549	4 549	4 549	4 549
Náklady na údržbu		-83	-86	-88	-91	-94	-97	-99	-102	-106	-109
Odpisy (účetní = daňové)											
Provozní (Operativní) zisk		4 466	4 464	4 461	4 458	4 456	4 453	4 450	4 447	4 444	4 441
Daň z příjmu		-849	-848	-848	-847	-847	-846	-845	-845	-844	-844
Odpisy											
Cash Flow		3 617	5 312	5 309	5 305	5 302	5 299	5 295	5 292	5 288	5 284
Diskontovaný Cash Flow		1 395	1 862	1 691	1 537	1 396	1 268	1 152	1 047	951	864
Kumulovaný Cash Flow		-1 990	-128	1 563	3 100	4 496	5 765	6 917	7 964	8 915	9 779

Tabulka 6 Finanční vyhodnocení - tepelná čerpadla

v tis. Kč	Období		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rok		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Výdaje na pořízení kotle		-682									
= Celkem náklady pořízení		-682									
Materiálové náklady (nákup plynu)		-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478
= Hrubý výnos		-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478
Náklady na údržbu		-62	-62	-62	-62	-62	-78	-78	-78	-78	-78
Odpisy (účetní = daňové)		-136	-136	-136	-136	-136					
Provozní (Operativní) zisk		-2 677	-2 677	-2 677	-2 677	-2 677	-2 556	-2 556	-2 556	-2 556	-2 556
Daň z příjmu		509	509	509	509	509	486	486	486	486	486
Odpisy		136	136	136	136	136					
Cash Flow		-2 714	-2 032	-2 032	-2 032	-2 032	-2 070	-2 070	-2 070	-2 070	-2 070
Diskontovaný Cash Flow		-2 714	-1 847	-1 679	-1 527	-1 388	-1 286	-1 169	-1 062	-966	-878
Kumulovaný Cash Flow		-2 714	-4 561	-6 240	-7 767	-9 155	-10 440	-11 609	-12 671	-13 637	-14 515
v tis. Kč	Období	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Rok		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Výdaje na pořízení kotle							-682				
= Celkem náklady pořízení							-682				
Materiálové náklady (nákup plynu)		-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478
= Hrubý výnos		-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478	-2 478
Náklady na údržbu		-156	-156	-156	-156	-156	-62	-62	-62	-62	-62
Odpisy (účetní = daňové)											
Provozní (Operativní) zisk		-2 634	-2 634	-2 634	-2 634	-2 634	-2 540	-2 540	-2 540	-2 540	-2 540
Daň z příjmu		500	500	500	500	500	483	483	483	483	483
Odpisy											
Cash Flow		-2 134	-3 135	-3 135	-3 135	-3 135	-3 705	-3 023	-3 023	-3 023	-3 023
Diskontovaný Cash Flow		-823	-1 099	-999	-908	-825	-887	-658	-598	-544	-494
Kumulovaný Cash Flow		-15 338	-16 437	-17 435	-18 343	-19 169	-20 056	-20 714	-21 312	-21 856	-22 350

Tabulka 7 Finanční analýza vytápění plynem

6.8. Závěr – vytápění budovy

Nejlepší výsledky ekonomické analýzy pro vytápění a chlazení objektu nabízí varianta tepelného čerpadla, která díky využití výhodného tarifu ceny elektrické energie dosahuje významné úspory v nákladech za spotřebu elektrické energie, který subjekt vyžaduje pro svůj provoz.

Bez toho vlivu se jako ekonomicky nejvhodnější varianta vytápěná zemním plynem, která má nejnižší čistou současnou hodnotu.

6.9. Fotovoltaická elektrárna

Využití fotovoltaického systému v projektu jsem aplikoval jako střešní instalaci fotovoltaických panelů a to z několika důvodů:

1. Dle současné atmosféry v politickém prostředí je téměř jisté, že elektrárny na volné ploše (půdě) nemají šanci v dohledné době dále vznikat. Argumentuje se nejen tím, že se zabírá kvalitní zemědělská půda.
2. V projektu by na samostatně stojící elektrárnu větší rozlohy nebyl prostor.
3. Populace nevnímá v současné době pozitivně podobné projekty a to díky informacím z médií typu „Solární elektrárny zdraží elektřinu o 10%.“

Tento efekt je zvláště nežádoucí, protože se jedná o obchodně společenské centrum, které by tak ztratilo na image ještě před tím, než by bylo uvedeno do provozu.

Umístění Solární elektrárny na střeše má také výhody:

- Není potřeba dalších nákladů ve formě střežení objektu
- Elektrárna se připojí na vedení i tak potřebné pro zásobování budovy elektrickou energií

Výkon mnou navržené elektrárny je tedy omezen plochou střechy, dále ponecháním místa kolem okrajů střechy a také vymezením místa mezi jednotlivými panely, aby se zabránilo stínění. Střecha je totiž na obchodním centru plochá s minimálním sklonem 1-2° a navíc je tento sklon umístěn kolmo k ideálnímu směru, tedy k jihu. Proto bylo nutné počítat se systémem uchycení ve správném sklonu, aby docházelo k co nejlepším osvitovým podmínkám.

Rozměry střechy		
Délka	156	m
Šířka	120	m
Plocha	18720	m ²
Zmenšení plochy o 10%*	16848	m ²

Tabulka 8 Rozměry střechy

6.9.1. Použitá technologie

Použitým zařízením přeměňujícím energii slunce na elektrickou energii jsou moderní fotovoltaické panely Suntech STP 280 – 24/Vd.

Jmenovitý výkon	280	Wp
Účinnost modulu	14,4	%

Délka	1,956	m
Šířka	0,992	m
Plocha	1,94	m ²

Tabulka 9 Technické parametry panelu SUNTECH STP 280 – 24 Vd

Konstrukce by sestávala z řad fotovoltaických panelů. Při délce panelu 2 m a sklonu 34° je potřeba mezi jednotlivými řadami panelů nechat mezeru téměř 5 m aby se navzájem panely nestínily, a to ani v zimním období. Na šířku střechy by se tak umístilo 108 panelů v 32 řadách. Počet kolektorů by tak byl 3456 ks.

Počet kolektorů	3456	-
Celkový maximální výkon	964040	Wp

Tabulka 10 Základní údaje o elektrárně

6.9.2. Ekonomická analýza

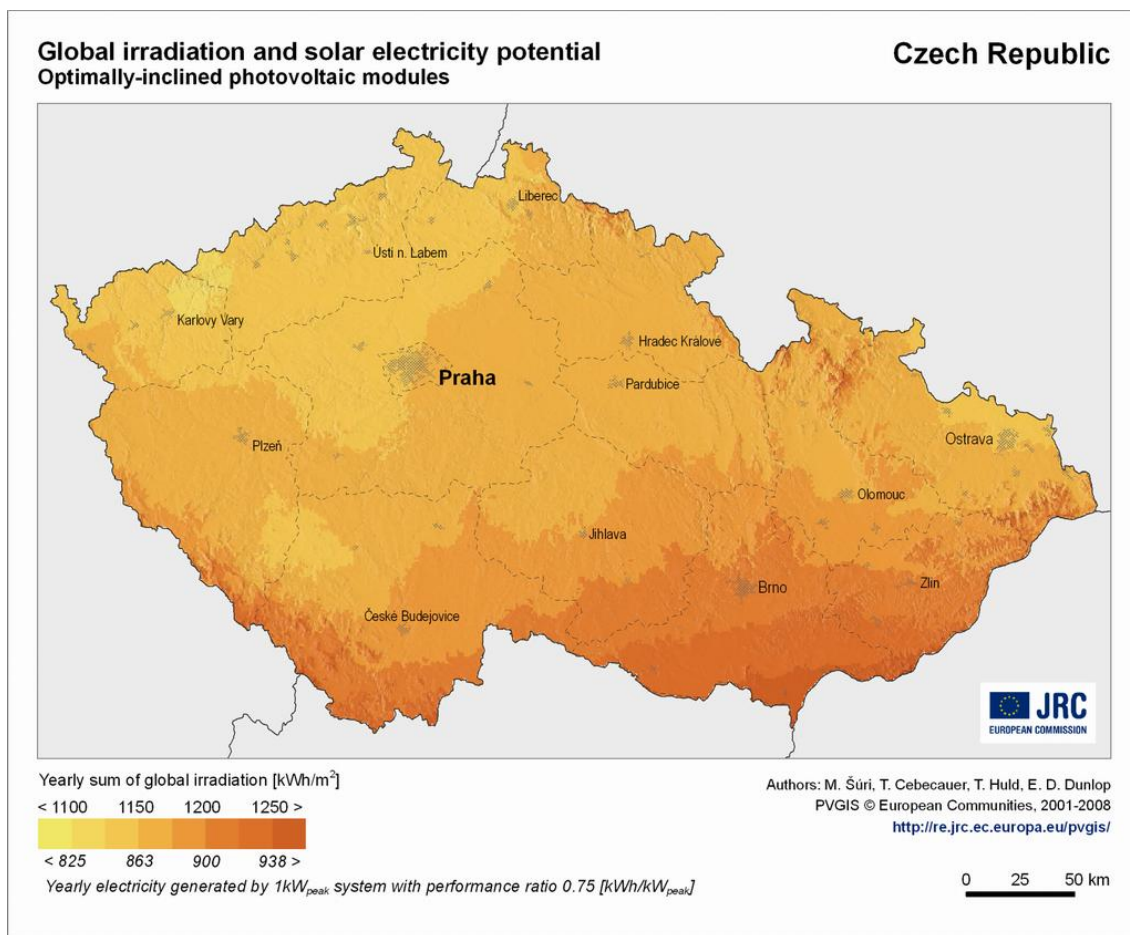
Na základě instalovaného výkonu jsem ocenil pořizovací náklady na navrhovanou elektrárnu dle průměrných údajů, získaných od výrobců a firem zabývajících se instalací solárních elektráren.

Moduly	1,6	EUR/Wp
Střídače	7	Kč/Wp
Konstrukce	6	Kč/Wp
Instalace na stejnosměrné – střídavé straně	3	Kč/Wp
Montáž	5	Kč/Wp

Tabulka 11 Pořizovací náklady

Celkové pořizovací náklady tak na instalovaný výkon 964 040 Wp činí 58 806 000 Kč.

Pro stanovení celkového množství elektrické energie získané z tohoto fotovoltaického pole, jsem využil systému PVGIS (PhotoVoltaic Geographical Information System) na webu. Tato online služba je provozována pod záštitou evropské komise a u většiny vládních organizací i firem se můžeme s jejím použitím setkat. Systém zvolil optimální natočení panelů pro danou lokalitu: 34° odklon od horizontální osy, 1° odklon od jihu směrem na východ. Na obrázku č. Obrázek 6 je vyobrazen potenciál dopadajícího záření v České republice. Vidíme na něm, že oblast kolem Ostravy na tom není zrovna dobře, porovnáváme – li množství dopadajícího záření v kontextu České republiky.



Obrázek 6 Množství záření dopadajícího na Českou republiku [24]

System PVGIS po zadání souřadnic dokáže také optimalizovat úhel sklonu a orientaci.

Výsledná tabulka po zadání údajů o výkonu, ztrátách a souřadnicích:

Systém bez natáčení: sklon FV panelů=34°, orientace=-1° (od jihu)				
Měsíc	E_d	E_m	H_d	H_m
Leden	1020.00	31600	1.27	39.3
Únor	1620.00	45500	2.9	58.6
Březen	2240.00	69400	2.97	92.2
Duben	2820.00	84700	3.94	118
Květen	3330.00	103000	4.79	149
Červen	3210.00	96200	4.68	140
Červenec	3420.00	106000	5.4	156
Srpen	3090.00	95900	4.53	140
Září	2380.00	71500	3.34	100
Říjen	2060.00	63800	2.78	86.3
Listopad	1040.00	31200	1.34	40.1
Prosinec	745.00	23100	0.94	29.0
Roční průměr	2250	68500	3.15	95.8
Celkově za rok	822000		1150	

Tabulka 12 Vyrobená elektrická energie [20]

Kde:

E_d je průměrná denní produkce elektrické energie z daného systému [kWh]

E_m je průměrná měsíční produkce elektrické energie z daného system [kWh]

H_d je průměrný denní součet globální intenzity slunečního záření na m^2 , absorbovaný moduly daného systému [kWh/m^2]

H_m je průměrný součet globální intenzity záření na m^2 absorbovaný moduly [kWh/m^2]

Průměrně by tedy elektrárna vyprodukovala 2250 kWh denně a 68500 kWh měsíčně. Důležitá je celková roční produkce, která činí 822000kWh. Současná výkupní cena je 12150 Kč/MWh dle rozhodnutí Energetického regulačního úřadu ze dne 3. listopadu 2009. [23] Dle zákona č. 137/2010 Sb. může ceny Energetický regulační úřad snižovat ročně o 5 % v případě, že návratnost investice není nižší než 11 let, v opačném případě je může snižovat razantněji.

V následujícím výpočtu jsem bral v potaz jak snižování výkupní ceny ročně o 5 %, tak snižování výkonu fotovoltaických panelů postupem času. Oproti 5% snižování výkupní ceny stojí periodické valorizace výkupních o 2-4% ročně. [28]

	Snížení výkonu [%]	Produkce EE /rok [MWh]
Prvních 5 let	100	822
Po 5 letech	95	781
Po 12 letech	90	740
Po 18 letech	85	699
Po 25 letech	80	658

Tabulka 13 Snížení výkonu FV panelů [21]

Rok	Produkce MWh/ rok	Výkupní cena Kč/MWh	Výnos z prodeje EE v Kč	Náklady na údržbu v Kč
2010	822	12 150	9 987 300	124 800
2011	822	12 515	10 286 919	124 800
2012	822	12 890	10 595 527	124 800
2013	822	13 277	10 913 392	124 800
2014	822	13 675	11 240 794	124 800
2015	781	14 085	10 999 117	156 000
2016	781	14 508	11 329 091	156 000
2017	781	14 943	11 668 963	156 000
2018	781	15 391	12 019 032	156 000
2019	781	15 853	12 379 603	156 000
2020	740	16 329	12 079 886	312 000
2021	740	16 818	12 442 283	312 000
2022	740	17 323	12 815 552	312 000
2023	740	17 843	13 200 018	312 000
2024	740	18 378	13 596 019	312 000
2025	740	18 929	14 003 899	312 000
2026	740	19 497	14 424 016	312 000
2027	699	20 082	14 031 362	312 000
2028	699	20 685	14 452 303	312 000
2029	699	21 305	14 885 872	312 000

Tabulka 14 Výnosy a náklady při výrobě elektrické energie

Po získání esenciálních dat pro výpočet ekonomické efektivity jsem již mohl provést první ekonomickou analýzu Fotovoltaické elektrárny.

6.9.3. Příklad výpočtu ekonomické analýzy FVE

Investiční náklady a roční Cash flow porovnávané investice:

$$IN = 58806tis.Kč$$

$$CF = 9593tis.Kč$$

Prostá návratnost investice:

$$DN = \frac{IN}{CF} = \frac{58806}{9593} = 6,1 \doteq 6let$$

Prostá návratnost vyjadřuje počet let, za které se nám investice vrátí.

Výpočet kumulovaného Cash flow (v 5. roce):

$i=0,10$ - úrokový koeficient

$$DCF_5 = \frac{CF}{(1+i)^n} = \frac{10573}{(1+0,10)^5} = 6565Kč$$

Čistá současná hodnota:

Při výpočtu se peněžní příjem (P_n) rovná cash flow (CF).

$N=15$ let – doba životnosti projektu

$$\check{C}SH = \sum_{n=1}^N P_n \frac{1}{(1+i)^n} - IN = \sum_{n=1}^N DCF - IN = 109959tis. - 58806tis. = 51152tis.Kč$$

v tis. Kč	Období		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Výdaje na pořízení fotovoltaiky		-58 806									
= Celkem náklady pořízení		-58 806									
Výnos z prodeje elektrické energie		9 987	10 287	10 596	10 913	11 241	10 999	11 329	11 669	12 019	12 380
= Hrubý výnos		9 987	10 287	10 596	10 913	11 241	10 999	11 329	11 669	12 019	12 380
Příplatek za záruku na zařízení		-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270
Náklady na údržbu		-125	-125	-125	-125	-125	-156	-156	-156	-156	-156
Odpisy								-11 761	-11 761	-11 761	-11 761
Provozní (Operativní) zisk		9 593	9 892	10 201	10 519	10 846	10 573	-858	-518	-168	192
Základ daně											
Osvobození od daně /Daň z příjmu											
Odpisy								11 761	11 761	11 761	11 761
Cash Flow		-49 214	9 892	10 201	10 519	10 846	10 573	10 903	11 243	11 593	11 954
Diskontovaný Cash Flow		-49 214	8 993	8 430	7 903	7 408	6 565	6 155	5 769	5 408	5 070
Kumulovaný Cash Flow		-49 214	-40 221	-31 791	-23 888	-16 480	-9 915	-3 760	2 009	7 418	12 487

Tabulka 15 Ekonomická analýza fotovoltaické elektrárny – část 1.

v tis. Kč	Období	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Rok	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Výdaje na pořízení fotovoltaiky											
= Celkem náklady pořízení											
Výnos z prodeje elektrické energie		12 080	12 442	12 816	13 200	13 596	14 004	14 424	14 031	14 452	14 886
= Hrubý výnos		12 080	12 442	12 816	13 200	13 596	14 004	14 424	14 031	14 452	14 886
Příplatek za záruku na zařízení		-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270
Náklady na údržbu		-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312
Odpisy		-11 761									
Provozní (Operativní) zisk		-263	11 860	12 234	12 618	13 014	13 422	13 842	13 449	13 870	14 304
Základ daně			10 245	12 234	12 618	13 014	13 422	13 842	13 449	13 870	14 304
Osvobození od daně /Daň z příjmu			-1 947	-2 324	-2 397	-2 473	-2 550	-2 630	-2 555	-2 635	-2 718
Odpisy		11 761									
Cash Flow		11 498	13 807	14 558	15 016	15 487	15 972	16 472	16 005	16 506	17 022
Diskontovaný Cash Flow		4 433	4 839	4 639	4 349	4 078	3 824	3 585	3 166	2 969	2 783
Kumulovaný Cash Flow		16 920	21 759	26 398	30 747	34 826	38 649	42 234	45 400	48 369	51 152

Tabulka 16 Ekonomická analýza fotovoltaické elektrárny – část 2.

Doba životnosti FVE je pro tyto účely stanovena vyhláškou ERÚ č. 364/2007 na 20 let.

Při kalkulaci instalace fotovoltaiky jsem vycházel z následujících předpokladů:

- instalace bude provedena do konce roku 2010
- výkupní cena stanovena na 12 150 Kč/MWh,
- pravidelné roční zvyšování ceny o 3% o index PPI (cenový index průmyslové výroby)
- využití alternativy doživotní záruky na místo výměny střídače každých 10 let při nákladech 270 tis. Kč
- výpočet nákladů na údržbu: hodinová sazba 300 Kč/ hod, potřeba hodin:
Počet hodin ročně:

Období	Počet hodin ročně
6-10 let	520
10-15 let	1040
15-20 let	1040

Tabulka 17 roční hodinová údržba

- Využití osvobození od daně z příjmů v prvních 6 letech dle zákona č. 586/1992 Sb., §19, písm. d)
- uplatnění daňové ztráty v roce 2021 z předchozích let

Čistá současná hodnota (NPV)	51 152
Vnitřní výnosové procento	22,1%
Doba návratnosti	6,7

Tabulka 18 Výsledné hodnoty analýzy FVE

6.9.4. Závěr – Základní analýza FVE

Při použití metody prosté doby návratnosti vychází doba návratnosti 6,1 let. Při použití metody diskontovaného cash flow je doba návratnosti 6,7 let. Investice do instalace fotovoltaiky je velmi výnosná, což potvrzuje ukazatel vnitřního výnosového procenta 22,1 % měřeno na dobu životnosti projektu nebo 17,3 % za polovinu životnosti.

6.9.5. Návratnost FVE při využití zelených bonusů

Při kalkulaci této varianty FVE jsem vycházel ze stejných předpokladů jako při předchozí variantě s následujícím doplněním:

Využití tzv. zeleného bonusu od provozovatele distribuční soustavy dostávám za každou vyrobenou kWh o 0,97 Kč méně než u předchozí varianty s tím, že vyrobenou elektřinu využívám pro vlastní spotřebu.

Čistá současná hodnota (NPV)	77 817
Vnitřní výnosové procento	29,6%
Doba návratnosti	4,4

Tabulka 19 Výsledné hodnoty

6.9.6. Závěr – analýza FVE při využití zeleného bonusu

Využitím zeleného bonusu výrazně snižuji dobu návratnosti na 4,4 roku.

v tis. Kč	Období		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Výdaje na pořízení fotovoltaiky		-58 806									
= Celkem náklady pořízení		-58 806									
Výnos z prodeje elektrické energie		9 190	9 466	9 750	10 042	10 343	10 121	10 425	10 737	11 059	11 391
Úspora za EE - zelený bonus		3 946	3 946	3 946	3 946	3 946	3 748	3 748	3 748	3 748	3 748
= Hrubý výnos		13 136	13 411	13 695	13 988	14 289	13 869	14 173	14 486	14 808	15 140
Příplatek za záruku na zařízení		-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270
Náklady na údržbu		-125	-125	-125	-125	-125	-156	-156	-156	-156	-156
Odpisy								-11 761	-11 761	-11 761	-11 761
Provozní (Operativní) zisk		12 741	13 017	13 300	13 593	13 894	13 443	1 986	2 298	2 621	2 952
Základ daně								1 986	2 298	2 621	2 952
Osvobození od daně /Daň z příjmu								-377	-437	-498	-561
Odpisy								11 761	11 761	11 761	11 761
Cash Flow		-46 066	13 017	13 300	13 593	13 894	13 443	13 370	13 623	13 884	14 153
Diskontovaný Cash Flow		-46 066	11 833	10 992	10 213	9 490	8 347	7 547	6 991	6 477	6 002
Kumulovaný Cash Flow		-46 066	-34 232	-23 240	-13 028	-3 538	4 810	12 356	19 347	25 824	31 826

Tabulka 20 Ekonomická analýza FVE za použití zelených bonusů - 1. část

v tis. Kč	Období	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Rok	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Výdaje na pořízení fotovoltaiky											
= Celkem náklady pořízení											
Výnos z prodeje elektrické energie		11 115	11 449	11 792	12 146	12 511	12 886	13 272	12 911	13 298	13 697
Úspora za EE - zelený bonus		3 551	3 551	3 551	3 551	3 551	3 551	3 551	3 354	3 354	3 354
= Hrubý výnos		14 667	15 000	15 343	15 697	16 062	16 437	16 824	16 265	16 652	17 051
Příplatek za záruku na zařízení		-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270
Náklady na údržbu		-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312
Odpisy		-11 761									
Provozní (Operativní) zisk		2 323	14 418	14 762	15 115	15 480	15 855	16 242	15 683	16 070	16 469
Základ daně		2 323	14 418	14 762	15 115	15 480	15 855	16 242	15 683	16 070	16 469
Osvobození od daně /Daň z příjmu		-441	-2 739	-2 805	-2 872	-2 941	-3 012	-3 086	-2 980	-3 053	-3 129
Odpisy		11 761									
Cash Flow		13 643	17 157	17 566	17 987	18 421	18 867	19 327	18 663	19 124	19 598
Diskontovaný Cash Flow		5 260	6 014	5 597	5 210	4 851	4 517	4 206	3 692	3 440	3 205
Kumulovaný Cash Flow		37 086	43 100	48 697	53 907	58 758	63 275	67 481	71 173	74 613	77 817

Tabulka 21 Ekonomická analýza FVE za použití zelených bonusů - 2. část

6.9.7. Návratnost FVE při zapojení do distribuční sítě v roce 2011

Tato varianta výpočtu se snaží simulovat situaci, kdy připojení do distribuční sítě bude provedena až v následujícím roce, kdy výkupní cena elektřiny bude výrazně snížena. Návrh výkupní ceny: 5,13 Kč za kWh.[22]

Čistá současná hodnota (NPV)	-16 319
Vnitřní výnosové procento	5,6%
Doba návratnosti	Bez návratnosti

Tabulka 22 Výsledné hodnoty pro FVE v roce 2011

6.9.8. Závěr - FVE při zapojení do distribuční sítě v roce 2011

Investice by za těchto podmínek byla ztrátová.

v tis. Kč	Období		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Rok		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Výdaje na pořízení fotovoltaiky		-58 806									
= Celkem náklady pořízení		-58 806									
Výnos z prodeje elektrické energie		4 217	4 343	4 474	4 608	4 746	4 644	4 783	4 927	5 075	5 227
= Hrubý výnos		4 217	4 343	4 474	4 608	4 746	4 644	4 783	4 927	5 075	5 227
Příplatek za záruku na zařízení		-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270
Náklady na údržbu		-125	-125	-125	-125	-125	-156	-156	-156	-156	-156
Odpisy								-11 761	-11 761	-11 761	-11 761
Provozní (Operativní) zisk		3 822	3 949	4 079	4 213	4 351	4 218	-7 404	-7 260	-7 113	-6 960
Základ daně											
Osvobození od daně /Daň z příjmu											
Odpisy								11 761	11 761	11 761	11 761
Cash Flow		-54 984	3 949	4 079	4 213	4 351	4 218	4 357	4 501	4 649	4 801
Diskontovaný Cash Flow		-54 984	3 590	3 371	3 165	2 972	2 619	2 460	2 310	2 169	2 036
Kumulovaný Cash Flows		-54 984	-51 395	-48 024	-44 858	-41 886	-39 267	-36 807	-34 498	-32 329	-30 293
v tis. Kč	Období	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Rok		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Výdaje na pořízení fotovoltaiky											
Výnos z prodeje elektrické energie		5 100	5 253	5 411	5 573	5 741	5 913	6 090	5 924	6 102	6 285
= Hrubý výnos		5 100	5 253	5 411	5 573	5 741	5 913	6 090	5 924	6 102	6 285
Příplatek za záruku na zařízení		-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270	-270
Náklady na údržbu		-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312	-312
Odpisy		-11 761									
Provozní (Operativní) zisk		-7 243	4 671	4 829	4 991	5 159	5 331	5 508	5 342	5 520	5 703
Základ daně								5 508	5 342	5 520	5 703
Osvobození od daně /Daň z příjmu								-1 047	-1 015	-1 049	-1 084
Odpisy		11 761									
Cash Flow		4 518	4 671	4 829	4 991	5 159	5 331	6 555	6 357	6 569	6 787
Diskontovaný Cash Flow		1 742	1 637	1 539	1 446	1 358	1 276	1 427	1 258	1 181	1 110
Kumulovaný Cash Flows		-28 551	-26 913	-25 375	-23 929	-22 571	-21 294	-19 868	-18 610	-17 429	-16 319

Tabulka 23 Ekonomická analýza FVE - se zapojením v roce 2011

6.10. Závěr – fotovoltaická elektrárna

Investice do FVE je za současných podmínek jednoznačně výhodná. Jak bylo uvedeno dříve, předpokládá to ovšem splnění podmínky zapojení do distribuční soustavy do konce roku 2010. Vzhledem k tomu, že firma je současně velkým spotřebitelem elektrické energie je výhodné využít zelený bonus, který přináší úsporu v nákladech za nakupovanou elektřinu ze standardních 4,8 Kč/kWh na 0,97 Kč/kWh a tím se celý projekt stává návratný již za 4 a půl roku.

Zásadní pro realizaci projektu však bude povolení provozovatele distribuční soustavy se zapojení FVE a také nedostatek kapacit na straně dodavatelů systému. Současná obrovská poptávka po instalaci FVE v krátkém časovém horizontu do konce roku způsobuje nedostatek zařízení fotovoltaického zařízení na trhu

Další riziko představuje zatím aktuálně nejasná státní koncepce pro projekty realizované v následujícím roce. Výsledek ekonomické analýzy při aplikaci výkupní ceny ve výši 5,13 Kč za kWh, uváděných v poslední době v odborných médiích, vytváří alternativu, která je výrazně ztrátová. Výkupní cena, která by zajistila kladnou NPV nebo VVP na 10%, by se musela pohybovat nad úrovní 7 Kč za kWh.

7. ENVIRONMENTÁLNÍ SROVNÁNÍ

Environmentální vyhodnocení se podle vyhlášky o náležitostech energetických auditů. [30] vyhodnotí pomocí emisních faktorů, které udávají množství vyprodukovaných emisí.

Palivo	Emisní faktor [t CO₂/MWh]
---------------	---

Elektřina	1,17
-----------	------

Zemní plyn	0,2
------------	-----

	Zemní plyn	Elektrická energie
Využití výhřevnosti /účinnost /topný faktor	0,91	4,1
Roční potřeba tepla [MWh]	1938	1938
Roční emise CO ₂ [t]	553	425

Díky vysokému topnému faktoru má elektrická energie nižší emise CO₂ o cca 1/5. Množství CO₂ „vyprodukovaného“ při dálkovém odběru tepla vyhláška nestanovuje.

8. ZÁVĚR

Fakt, že jsou obnovitelné zdroje energie dnes populární, je všem jasné. Zajímavé ale je to, že ještě před dekádou byly tyto „čisté“ zdroje energie brány laickou veřejností jako budoucnost výroby energií. Postupem času se ale nadšení veřejnosti přeměnilo v rozhořčení. V této náladě se, dle mého názoru, nachází společnost celé České republiky, ne-li větší části Evropy. Příčinou je zřejmě dosavadní snaha politických špiček zavádět obnovitelné zdroje energie doslova „ať to stojí, co to stojí.“ Problém se týká zejména fotovoltaických elektráren, jejichž podpora je obrovská. Naštěstí už se formují legislativní kroky k nápravě. Důvody k rozhořčení jsou podle mě oprávněné, vždyť za současných výkupních cen mi doba návratnosti fotovoltaické elektrárny při využití zelených bonusů vyšla čtyři a půl roku!

Využití některých obnovitelných zdrojů k vytápění nebylo možné, nebo jen neefektivně. K vytápění bych nakonec doporučil tepelná čerpadla, u kterých by ale bylo velmi důležité vypracovat důkladně projekt na vrty, protože při špatném dimenzování nebo špatném provedení se investice již nemusí vyplatit.

Ověřil jsem si, že posuzování energetických zdrojů na velkou spotřebu energií se v mnohém liší ve srovnání například s rodinným domem. Jsou zde mnohem větší energetické toky a hlavně diametrálně odlišné hotovostní toky, proto je taky většina tabulek v tisících Kč.

Při zpracovávání práce jsem se dozvěděl mnohé nové věci z oblasti finančního plánování velkých projektů a naučil se základy ekonomického porovnání investic.

LITERATURA

- [1] VALACH, Josef. *Finanční řízení podniku*. 1. vyd. Praha : Ekopress, s.r.o., 1997. 247 s. ISBN 80-901991-6-X.
- [2] KYSELA, Ladislav, TOMČALA, Jiří. *Ekonomika v energetice*. 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2000. 64 s. ISBN 80-7078-851-8.
- [3] KOUDELA, Vladimír, SCHEJBALOVÁ, Barbara. *Ekonomická efektivnost investic*. 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2000. 86 s. ISBN 80-7078-825-9.
- [4] MURTINGER, Karel; BERANOVSKÝ, Jiří; TOMEŠ, Milan. *Fotovoltaika : Elektřina ze slunce*. 1. vydání. Brno : ERA group spol. s r. o., 2007. 80 s. ISBN 978-80-7366-100-7.
- [5] KARLÍK, Robert. *Tepelné čerpadlo pro váš dům*. 1. vydání. Praha : Grada Publishing, a.s., 2009. 112 s. ISBN 978-80-247-2720-2.
- [6] CENEK, Miroslav, et al. *Obnovitelné zdroje energie*. 2. doplněné vydání. Praha : FCC PUBLIC s. r. o., 2001. 202 s. ISBN 80-901985-8-9.
- [7] TEULON, Frédéric. *Ekonomický slovník*. 1.vyd. Praha: ERM, 1995. 114 s. ISBN 80-85913-04-6.
- [8] STRAKA, František, et al. *Bioplyn*. 1. vydání. Říčany : GAS s.r.o., 2003. 517 s. ISBN 80-7328-029-9.
- [9] REMMERS, Karl-Heinz, et al. *Velká solární zařízení : Úvod k navrhování a provozu*. 1. vydání. Brno : ERA Group spol. s.r.o., 2007. 315 s. ISBN 978-80-7366-110-6.
- [10] NOSKIEVIČ, Pavel, et al. *Biomasa a její energetické využití*. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 1996. 68 s. ISBN 80-7078-367-2.
- [11] OCHODEK, Tadeáš, et al. *Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti paliv z biomasy*. 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006. 124 s. ISBN 80-248-1207-X.
- [12] *TZB-info* [online]. 2001 [cit. 2008-04-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.tzb-info.cz/>>.
- [13] *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2008-01-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.env.cz/>>.
- [14] *Operační program životní prostředí* [online]. [cit. 2008-01-29]. Dostupný z WWW: < [http://www .opzp.cz/](http://www.opzp.cz/)>
- [15] *Nejsnazší cesta k dotacím* [online]. [cit. 2008-02-3]. Dostupný z WWW: <<http://www.edotace.cz>>
- [16] *Energetický regulační úřad* [online]. 2002 [cit. 2008-02-3]. Dostupný z WWW: < <http://www.eru.cz>>

- [17] *Státní fond životního prostředí* [online]. 2007 [cit. 2008-04-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.sfzp.cz:80/>>.
- [18] *Www.topvod.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-09-17]. Viadrus G700 13Sx3. Dostupné z WWW: <www.topvod.cz>.
- [19] *Www.riello.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-09-17]. Riello RS 68/M BLU. Dostupné z WWW: <<http://www.riello.cz/rs-68-m-blu-133.html>>.
- [20] *Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps* [online]. 2010 [cit. 2010-09-17]. Joint Research centre. Dostupné z WWW: <<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps3/pvest.php>>.
- [21] *GBC Montáže* [online]. 2010 [cit. 2010-09-18]. Krystalické křemíkové FV moduly. Dostupné z WWW: <<http://www.gbc-montaze.cz/index.php?nid=6348&lid=CZ&oid=974667>>.
- [22] BECHNÍK, Bronislav. Fotovoltaika –výkupní ceny pro rok 2011 podle Energetického regulačního úřadu. Czech RE Agency [online]. 13. září 2010, 1, [cit. 2010-09-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/fv-vykupni-ceny-eru>>.
- [23] *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 5/2009 ze dne 23. listopadu 2009*. Praha : Energetický regulační úřad, 23.11.2009. 1 s.
- [24] Šúri M., Huld T.A., Dunlop E.D. Ossenbrink H.A., 2007. *Potential of solar electricity generation in the European Union member states and candidate countries*. *Solar Energy*, 81, 1295–1305, <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>.
- [25] 137/2010 Sb. Zákon, kterým se mění zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů)
- [26] Zákon č. 586/1992 Sb. O daních z příjmů
- [27] Zákon č. 86/2002 Sb. O ochraně ovzduší
- [28] Vyhláška č 150/2007 Sb. O způsobu regulace cen v energetických odvětvích a postupech pro regulaci cen
- [29] Interní data firmy Tepelná čerpadla AIT s.r.o.
- [30] Vyhláška č. 213/2001 Sb. kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu
- [31] Nařízení vlády č. 352/2002 Sb.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Potenciál výroby energie fotovoltaickými články [23]	20
Obrázek 2 Kotel Viadrus G 700 13Sx3	37
Obrázek 3 Hořák Riello RS 68/M BLU.....	37
Obrázek 4 Kompresorové chlazení.....	38
Obrázek 6 Vlastnosti technologie tepelných čerpadel [28]	39
Obrázek 7 Množství záření dopadajícího na Českou republiku [23].....	49

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Technické údaje Viadrus G 700 13Sx [18].....	36
Tabulka 2 Technické údaje Riello RS 68/M BLU.....	37
Tabulka 3 Finanční podklady CZT	41
Tabulka 4 Finanční vyhodnocení - CZT	42
Tabulka 5 Výsledky vytápění pomocí tepelných čerpadel	43
Tabulka 6 Finanční vyhodnocení - tepelná čerpadla	44
Tabulka 7 Finanční analýza vytápění plynem	45
Tabulka 8 Rozměry střechy	47
Tabulka 9 Technické parametry panelu SUNTECH STP 280 – 24 Vd.....	48
Tabulka 10 Základní údaje o elektrárně	48
Tabulka 11 Pořizovací náklady.....	48
Tabulka 12 Vyrobená elektrická energie [20]	50
Tabulka 13 Snížení výkonu FV panelů [21].....	51
Tabulka 14 Výnosy a náklady při výrobě elektrické energie	51
Tabulka 15 Ekonomická analýza fotovoltaické elektrárny – část 1.	53
Tabulka 16 Ekonomická analýza fotovoltaické elektrárny – část 2.	54
Tabulka 17 roční hodinová údržba	55
Tabulka 18 Výsledné hodnoty analýzy FVE	55
Tabulka 19 Výsledné hodnoty	56
Tabulka 20 Ekonomická analýza FVE za použití zelených bonusů - 1. část	57
Tabulka 21 Ekonomická analýza FVE za použití zelených bonusů - 2. část	58
Tabulka 22 Výsledné hodnoty pro FVE v roce 2011	59
Tabulka 23 Ekonomická analýza FVE - se zapojením v roce 2011	60